

**FLÁVIO FERREIRA SILVA
(ORGANIZADOR)**



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

**FLÁVIO FERREIRA SILVA
(ORGANIZADOR)**



PRÁTICA E PESQUISA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS 2

Atena
Editora
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação: Karine de Lima

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 Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

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

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – 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 Candido 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. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná

Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
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 Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
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
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
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
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Msc. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adailson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Msc. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Msc. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
 Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
 Prof. Msc. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
 Prof. Msc. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
 Prof^a Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
 Prof. Msc. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
 Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Prof^a Msc. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
 Prof^a Msc. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
 Prof^a Dr^a Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Prof. Msc. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof. Msc. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Msc. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Prof^a Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
 Prof^a Msc. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

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

P912 Prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos 2 [recurso eletrônico] / Organizador Flávio Ferreira Silva. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-86002-27-0

DOI 10.22533/at.ed.270200603

1. Alimentos – Análise. 2. Alimentos – Indústria. 3. Tecnologia de alimentos. I. Silva, Flávio Ferreira.

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

A obra intitulada “Prática e Pesquisa em Ciência e Tecnologia de Alimentos 2” foi elaborada a partir das publicações da Atena Editora e apresenta uma visão ampla sobre as novidades da área. Esta obra é composta por 15 capítulos bem estruturados e agrupados por assuntos.

Muitos são os problemas a serem solucionados relacionados ao consumo alimentar humano, por isso a prática e a pesquisa de alimentos devem estar bem alinhadas. O desenvolvimento de novos produtos é essencial para melhorar a qualidade de consumo e disponibilizar uma oferta alimentar de qualidade superior para todos os públicos, uma vez que, novos estilos alimentares como o veganismo e outros, vem sendo adotados em uma escala crescente. Não obstante, a otimização dos processos de fabricação e de controle de qualidade alimentar são indispensáveis quando o assunto é a saúde.

Neste sentido, os estudos que são apresentados aqui, alinham-se a estes temas e trazem novas análises que condizem com as necessidades emergentes da prática e pesquisa em ciência e tecnologia de alimentos.

A Atena editora, reconhecendo importância dos trabalhos científicos, oferece uma plataforma consolidada e confiável para a divulgação, propiciando aos autores um meio para exporem e divulgarem seus resultados, enriquecendo o conhecimento acadêmico e popular.

Por fim, esperamos que a leitura deste trabalho seja agradável e que as novas pesquisas possam propiciar a base intelectual ideal para que se desenvolva novas soluções, cuidados e desenvolvimento científico acerca destes temas.

Flávio Brah (Flávio Ferreira Silva)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
BEBIDA KOMBUCHA DE MEL DE CACAU	
Aurora Britto de Andrade	
Camila Cristina Avelar de Sousa	
Denise Agostina Grimaut	
Emily Araújo Porto	
Geisiane dos Santos Silva	
Jamila Sueira de Jesus Silva	
Joelaine de Jesus Santana	
Lívia Calmon Bastos	
Raquel Nunes Almeida da Silva	
Talita Andrade da Anunciação	
Karina Teixeira Magalhães-Guedes	
DOI 10.22533/at.ed.2702006031	
CAPÍTULO 2	14
DESENVOLVIMENTO DE SANDUÍCHES VEGANOS CONGELADOS	
Fernanda Antonia de Souza Oliveira	
Aurora Britto de Andrade	
Hevelynn Franco Martins	
Abraão Brito Peixoto	
Geany Peruch Camilloto	
Márcio Inomata Campos	
DOI 10.22533/at.ed.2702006032	
CAPÍTULO 3	29
ELABORAÇÃO DE BARRA ALIMENTÍCIA PROTEICA DE ORIGEM VEGETAL	
Paula Berwanger da Rosa	
Cláudia Krindges Dias	
Cristiano Dietrich Ferreira	
Rochele Cassanta Rossi	
Valmor Ziegler	
DOI 10.22533/at.ed.2702006033	
CAPÍTULO 4	40
ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE DOCE LEITE DE CABRA <i>LIGHT</i>	
Darkianne Leite da Silva	
Maria Aurilene Feitosa de Moura Gonçalves	
Paulo Víctor de Lima Sousa	
Natália Quaresma Costa Melo	
Nara Vanessa dos Anjos Barros	
DOI 10.22533/at.ed.2702006034	
CAPÍTULO 5	50
ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE VISCOSIDADE EM FARINHAS MISTAS EXTRUDADAS DE CEREAIS	
Angleson Figueira Marinho	
Celyane Batista Brandão	
Érica Bandeira Maués de azedo	
Juliana Souza da Silva	
Cássio Furtado Lima	

Fernanda de Oliveira Araújo
Valéria França de Souza
Maria Rosa Figueiredo Nascimento
Nandara Gabriela Mendonça Oliveira
Fernando de Freitas Maués de Azevedo
Suzane Zinger
José Luís Ramirez Ascheri

DOI 10.22533/at.ed.2702006035

CAPÍTULO 6 57

PETIT SUISSE DE KEFIR SABOR MEL E NIBS DE CACAU

Aurélio Santos Agazzi
Biane Oliveira Philadelpho
Clariane Teixeira Pessoa
Deise Azevedo Silva
Lusiene Lima Rocha
Mariana Fernandes Almeida
Thaís de Souza Santos
Talita Andrade da Anunciação
Karina Teixeira Magalhães-Guedes

DOI 10.22533/at.ed.2702006036

CAPÍTULO 7 70

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS EM DIVERSOS CAMPOS (ALIMENTAR, FARMACEUTICA, AMBIENTAL) – REVISÃO

Luciana Alves da Silva Tavone
Suelen Siqueira dos Santos
Eloize da Silva Alves
Matheus Campos de Castro
Ana Paula Stafussa
Monica Regina da Silva Scapim
Grasiele Scaramal Madrona

DOI 10.22533/at.ed.2702006037

CAPÍTULO 8 78

EFEITO DA ESTRATÉGIA DE DESMAME SOBRE A RESPOSTA HEMATOLÓGICA, ANTI-HELMÍNTICA E O DESENVOLVIMENTO DE BEZERRAS DA RAÇA NELORE (*BOS INDICUS*)

Daniela Póvoas Rios
Lauro de Queiroz Saraiva
Anna Karoline Amaral Sousa
Herlane de Olinda Vieira Barros
Maria de Lourdes Guimarães Borges
Francilene Miranda Almeida
Fernanda Augusta Marinho de Albuquerque
Ilderlane da Silva Lopes
Daniel Praseres Chaves
Giselle Mesquita de França Galvão
Alcina Vieira de Carvalho Neta
José Ribamar de Souza Torres Junior

DOI 10.22533/at.ed.2702006038

CAPÍTULO 9 89

ESTUDO DA ESPÉCIE MACROPTILLIUM LATHYROIDES COMO UMA ESPÉCIE COM PROPRIEDADE BIOTIVA, UMA FLOR COMESTÍVEL

Mayara Marques Lima
Jessica Neves da Silva de Almeida
Wallinson Pires da Cruz
Ricardo Pereira Moraes
Márcia Denise da Rocha Collinge
Rosemary Maria Pimentel Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.2702006039

CAPÍTULO 10 99

INTERAÇÃO ENTRE GOMA ALFARROBA E PROTEÍNA CONCENTRADA DE SOJA NA FABRICAÇÃO DE FILMES COMPOSTOS BIODEGRADÁVEIS

Keila de Souza Silva
Kayque Antonio Santos Medeiros
Laís Ravazzi Amado
Maria Mariana Garcia de Oliveira
Angela Maria Picolloto
Otávio Akira Sakai

DOI 10.22533/at.ed.27020060310

CAPÍTULO 11 111

MÉTODO PARA DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS EM LEITE

Leandro da Conceição Luiz
Maria José Valenzuela Bell
Virgílio de Carvalho dos Anjos

DOI 10.22533/at.ed.27020060311

CAPÍTULO 12 123

MICROENCAPSULAÇÃO POR *SPRAY DRYING* DE COMPOSTOS ALIMENTÍCIOS: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL

Clara Mariana Gonçalves Lima
Ana Carolina Salgado de Oliveira
Siluana Katia Tischer Seraglio
Renata Torres dos Santos e Santos
Tatyana Patrício de Albuquerque Sousa
Maria Mayara de Souza Grilo
Lenara Oliveira Pinheiro
Renata Ferreira Santana
Fábio Zacouteguy Ugalde
Josiane Ferreira da Silva
Roberta Magalhães Dias Cardozo
Felipe Cimino Duarte

DOI 10.22533/at.ed.27020060312

CAPÍTULO 13 131

USE OF ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY AND PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR DETECT PENICILLIN IN POWDERED MILK

Leandro da Conceição Luiz
Maria José Valenzuela Bell
Rafaela Tavares Batista
Renato Pereira de Freitas
Roney Alves da Rocha

CAPÍTULO 14 142

EFEITO DA PRESENÇA DE PELE NA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA CENTESIMAL DO JUNDIÁ (*RHAMNIA QUELEN*) SUBMETIDO AO PROCESSO DE DEFUMAÇÃO À QUENTE

Patricia da Silva Dias
Eloísa Magalhães Pereira
Neide Regina Lemes da Silva
Hanna Karolyna dos Santos
Pablo Américo Barbieri
Sabrina Deosti
Rosane Lopes Ferreira
Nilmara Rodrigues Machado
Alex da Silva Loiola
Nathã Costa de Sousa
Marcos Vinícius de Castro Freire
Magali Barnardes Maganhini

DOI 10.22533/at.ed.27020060314

CAPÍTULO 15 150

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS PRESENTES EM CERUME, PRÓPOLIS E PÓLEN DE ABELHAS SEM FERRÃO PRODUZIDOS EM NOVA TIMBOTEUA, NO ESTADO DO PARÁ

Iuri Ferreira da Costa
Maricely Janette Uría Toro

DOI 10.22533/at.ed.27020060315

SOBRE O ORGANIZADOR..... 155

ÍNDICE REMISSIVO 156

CAPÍTULO 1

BEBIDA KOMBUCHA DE MEL DE CACAU

Data de aceite: 27/02/2020

Aurora Britto de Andrade

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: aurora-andrade@hotmail.com

Camila Cristina Avelar de Sousa

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: mila_avelar@hotmail.com

Denise Agostina Grimaut

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: denise.grimaut@gmail.com

Emily Araújo Porto

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: porto.emilly@gmail.com

Geisiane dos Santos Silva

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: geeise_santos@hotmail.com

Jamila Sueira de Jesus Silva

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: jamila.sueira@zipmail.com.br

Joelaine de Jesus Santana

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: joelaineufba@hotmail.com

Lívia Calmon Bastos

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: livia.bastos08@gmail.com

Raquel Nunes Almeida da Silva

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: raquel.nasil@gmail.com

Talita Andrade da Anunciação

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: tali.anunciacao@hotmail.com

Karina Teixeira Magalhães-Guedes

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal

RESUMO: O objetivo deste estudo consistiu em produzir uma bebida kombucha utilizando o mel de cacau como substrato e caracterizá-la através de análises físico-químicas, microbiológicas e análise sensorial, a fim de comparar estes parâmetros com aqueles obtidos através das análises do mel do cacau puro e kombucha comercial. Os resultados mostram que as características obtidas no Kombucha de mel de cacau são favoráveis para futura comercialização. A nova bebida apresentar baixa acidez e apresentou elevada aceitação sensorial frente a kombucha comercial analisada.

PALAVRAS-CHAVE: Bebida com potencial funcional, Cacau, Fermentação

KOMBUCHA-BASED COCOA HONEY BEVERAGE

ABSTRACT: The objective of this study was to produce kombucha beverage using cocoa honey as substrate and to characterize it through physicochemical, microbiological and sensory analysis, in order to compare these parameters with those obtained through pure cocoa honey analysis and commercial kombucha. The results show that the characteristics obtained in kombucha-based cocoa honey beverage are favorable for future commercialization. The new beverage presented low acidity and presented high sensory acceptance compared to the commercial kombucha analyzed.

KEYWORDS: Beverage with functional potential, Cocoa, Fermentation.

1 | INTRODUÇÃO

A kombucha é uma bebida de sabor adocicado e levemente ácido, produzida através da fermentação do chá adicionado de açúcar por uma cultura simbiótica conhecida como scoby (ZHOU et al., 2019), composta majoritariamente por leveduras e bactérias ácido acéticas, além de bactérias ácido lácticas em menores proporções. Estes microrganismos, através do processo fermentativo, geram metabólitos como aminoácidos, polifenóis, ácidos orgânicos, vitaminas, microelementos e antibióticos, que conferem à kombucha efeito antioxidante, anti-hiperlipidêmico, anti-hiperglicêmico, antimicrobiano e anticarcinogênico (MAGALHÃES-GUEDES et al., 2019; XIA et al., 2019).

No ano de 2017, a kombucha comercial tornou-se o produto de maior crescimento em vendas no mercado de bebidas funcionais. Seu volume de vendas cresceu 37,4 % devido ao aumento da sua popularidade entre as bebidas fermentadas de baixo teor alcoólico (KAPP e SUMNER, 2019). Atualmente, a kombucha industrializada é amplamente vendida nos estabelecimentos comerciais, podendo ser encontrada em diversos sabores (JAYABALAN et al., 2014). Devido à sua popularização e aos efeitos benéficos veiculados pelo seu consumo, tornou-se crescente a busca por diferentes

substratos para a produção da kombucha (RAHMANI et al., 2019). Para que o processo fermentativo ocorra de forma satisfatória, estes substratos devem conter fontes de carbono e nitrogênio (VITAS et al., 2018).

O cacau (*Theobroma cacao* L.) é amplamente produzido e comercializado por países tropicais e subtropicais, dentre os quais se destaca o Brasil (TEYE et al., 2019). Seu valor nutricional contribuiu para a consolidação do seu consumo nacional e internacional. É utilizado principalmente para a produção de chocolate, mas é também capaz de produzir o chamado mel do cacau (NETO et al., 2013).

O mel do cacau é um líquido mucilaginoso, liberado da polpa que envolve os grãos do cacau imediatamente antes da fermentação durante o processo produtivo. Seu sabor varia entre adocicado e azedo, possui alto teor de açúcares redutores e significativa quantidade de fibra. Além de ser considerado como fonte natural de compostos fenólicos bioativos e antioxidantes, o mel do cacau demonstra bom potencial, ainda subexplorado, para aplicações tecnológicas na indústria de alimentos (SILVA et al., 2014).

Uma grande variedade de substratos foi previamente testada para a produção de kombucha, dentre os quais podem ser citados alguns produtos lácteos, frutas, vegetais, ervas, água de coco e café (XIA et al., 2019). No entanto, não há relatos sobre a utilização do mel de cacau para a produção de kombucha. Desta forma, o objetivo deste trabalho consistiu em produzir kombucha utilizando o mel de cacau como substrato e caracterizá-la através de análises físico-químicas, microbiológicas e análise sensorial, a fim de comparar estes parâmetros com aqueles obtidos através das análises do mel do cacau puro e kombucha comercial.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Produção da Kombucha de Mel de Cacau

A kombucha foi preparada pela fermentação em chá verde. O extrato de chá verde foi produzido com 6,4 g de chá para 1 litro de água durante 10 minutos em infusão e adicionado 50 g de açúcar demerara, agitada até sua dissolução. Após a redução da temperatura do chá verde (em torno de 28°C), a scoby-filha foi inoculada e 10% em mL de Kombucha (Figura 1A,B,C,D). A Kombucha foi cedida pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia (UFBA). Esse procedimento foi previamente descrito por Suciati et al. (2019). A fermentação ocorreu por 4 dias, pelo método artesanal, em um recipiente de vidro de 3 litros com abertura de 9 centímetro de diâmetro, coberto com papel toalha, que possibilita a passagem de ar sem que ocorra contaminação por insetos ou outras sujeiras físicas (Figura 1E). O mel de cacau, adquirido em lojas comerciais, foi adicionado a essa cultura starter na proporção de 9:1 para realização da segunda fermentação (Figura 1F), por 2 dias a 28°C, em recipiente de Polietileno Tereftalato (PET). Posteriormente,

o conteúdo da segunda fermentação foi armazenado a temperatura de 60C por 1 dia, para realização das análises físico-químicas, microbiológicas e sensorial.



Figura 1: Preparação da Kombucha: A) Scooby e chá verde utilizados. B) Retirado parte do scooby para incorporar ao chá verde produzido. C) Inóculo no chá verde. D) Inóculo da scoby-filha e 10% de Kombucha. E) Primeira etapa da fermentação da Kombucha. F) Segunda etapa da fermentação da Kombucha com mel de cacau.

Fonte: Autores

Análises Físico-químicas

A avaliação físico-química foi realizada no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFBA em Salvador/BA. Foram realizadas as análises de acidez total, pH (potencial hidrogeniônico) e sólidos solúveis totais (°Brix), em triplicata e utilizando a metodologia descrita no manual de métodos físico-químicos para análise de alimentos do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008):

a. Acidez total

A acidez total foi determinada através da neutralização da amostra com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L⁻¹. Foi pipetada 5 mL da amostra para um erlenmeyer de 125 mL, adicionou-se 50 mL de água destilada e 3 gotas de solução fenolftaleína a 1%. Em seguida, iniciou-se a titulação com a solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ padronizada até atingir o ponto de viragem (coloração rósea). A acidez foi calculada pela equação:

$n \times M \times f \times PM / 10 \times V = \text{ácidos totais, em g de ácido acético por 100 mL de amostra}$

Onde:

n = volume gasto na titulação da solução de hidróxido de sódio, em mL

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio

f = fator de correção da solução de hidróxido de sódio

PM = peso molecular do ácido acético (60g)

c = volume tomado da amostra, em mL

b. pH

O pH foi determinado por potenciometria, mergulhando o eletrodo diretamente na amostra e registrando o valor do pH indicado no pHmetro.

c. Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

Os sólidos solúveis totais foram determinados por método refratométrico, através da leitura direta realizada no refratômetro manual. Foram transferidas duas gotas da amostra para o prisma do refratômetro, após o fechamento do prisma, procedeu-se a leitura observando a escala interna do aparelho. Os resultados foram expressos em (°Brix).

Análises Microbiológicas

Foram realizadas análises de bolores, leveduras, bactérias ácido acéticas e bactérias ácido lácticas, utilizando a metodologia descrita pelo Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos (SILVA et al., 2007). Para as análises, as amostras foram diluídas, retirando-se assepticamente 1 mL da amostra e adicionando-se 9 mL de água peptonada estéril 0,1 % (diluição 10^{-1}), a partir dessa alíquota foram realizadas as diluições seriadas subsequentes até a atingir a diluição 10⁻⁸. As análises microbiológicas também foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFBA em Salvador/BA.

a. Bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras foi realizada inoculando-se 0,1 mL de cada diluição em placas contendo ágar Dicloran Rosa Bengala Cloranfenicol (DRBC), espalhando-se com a alça de drigalski até a alíquota ser totalmente absorvida. As placas foram incubadas por um período de cinco dias à 25°C, e as que apresentaram crescimento de colônias típicas foram selecionadas para contagem. Os resultados foram analisados e expressos em UFC/mL.

b. Bactérias ácido acéticas

A contagem de bactérias ácido acéticas foi realizada inoculando-se 0,1 mL de cada diluição em placas contendo agar Glucose Yeast Maltose (GYM), espalhando-se com a alça de drigalski até ser absorvido o excesso do líquido. As placas foram incubadas a 35°C por 48 horas, e foram selecionadas para contagem as que apresentaram crescimento de colônias típicas. Os resultados foram analisados e expressos em UFC/mL.

c. Bactérias ácido lácticas

A contagem de bactérias ácido lácticas foi realizada inoculando-se 0,1 mL de cada diluição em placas contendo ágar De Man Rogosa e Sharpe (MRS), espalhando-se

com a alça de drigalski até ser absorvido o excesso do líquido e incubadas a 35°C por 48 horas. As placas que apresentaram crescimento de colônias típicas foram selecionadas para contagem. Os resultados foram analisados e expressos em UFC/mL.

Análise Sensorial

Os testes sensoriais foram realizados em laboratório sob condições controladas. As amostras de kombucha de mel de cacau (KMC), mel de cacau puro (MC) e kombucha comercial sabor tangerina (KCT) foram analisadas sensorialmente quanto à aceitação e intenção de compra, com a participação de 22 voluntários não treinados recrutados através da sua disponibilidade e interesse, sem restrição quanto à idade, sexo ou classe social. Inicialmente os provadores participaram de uma pesquisa, respondendo um questionário sobre o produto kombucha de forma geral (Figura 2).

QUESTIONÁRIO

Nome: _____ Idade: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

Você conhece Kombucha? () Sim; () Não

Você já consumiu Kombucha? () Sim; () Não

Se sim, com qual frequência? () Raramente; () Mensalmente; () Semanalmente; () Nunca

Por qual motivo você começou a consumir?

() Benefícios para saúde; () Sabor; () Tendência Alimentar; () Outros

Você conhece os benefícios do Kombucha? () Sim; () Não

Se sim, quais? _____

Figura 2: Questionário sobre Kombucha aplicado aos provadores antes da análise sensorial.

Em seguida, as três amostras previamente codificadas foram analisadas de forma monádica, onde cada provador recebeu aproximadamente 20 mL de cada bebida refrigerada, servida em copinho descartável. O teste de aceitação foi realizado utilizando os parâmetros de aparência, cor, aroma, textura, sabor e impressão geral, pontuados através da escala hedônica estruturada de nove pontos, sendo 9 = gostei muitíssimo e 1 = desgostei muitíssimo (MEILGAARD et al., 1999). Os resultados obtidos foram analisados estatisticamente pela Análise de Variância (ANOVA), utilizando o teste de Tukey, com um nível confiável de 95% para cada parâmetro atingido, através do programa Minitab 17. Os dados serão apresentados na configuração: média ± desvio padrão.

O teste de intenção de compra foi realizado de maneira semelhante, onde os provadores precisavam assinalar com “X” a opção de compra escolhida. As opções oferecidas foram: certamente compraria; provavelmente compraria; tenho dúvidas

se compraria ou não este produto; provavelmente não compraria e; certamente não compraria (Figura 3).

Nome: _____	Data: / / _____
<u>Amostra:</u>	
Prove a amostra e indique sua opinião em relação à aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, utilizando a escala abaixo:	
9 gostei muitíssimo	Aparência: _____
8 gostei muito	Aroma: _____
7 gostei moderadamente	Sabor: _____
6 gostei ligeiramente	Textura: _____
5 nem gostei/ nem desgostei	Impressão Global: _____
4 desgostei ligeiramente	
3 desgostei moderadamente	
2 desgostei muito	
1 desgostei muitíssimo	
Assinale qual seria sua atitude em relação à compra do produto:	
<input type="checkbox"/> Eu certamente compraria este produto	
<input type="checkbox"/> Eu provavelmente compraria este produto	
<input type="checkbox"/> Tenho dúvidas se compraria ou não este produto	
<input type="checkbox"/> Eu provavelmente não compraria este produto	
<input type="checkbox"/> Eu certamente não compraria este produto	
Comentários _____	

Figura 3: Ficha resposta para os testes de aceitação e intenção de compra.

Para construção do gráfico de intenção de compra e leitura dos resultados, as opções apresentadas na Figura 3 foram posteriormente representadas através da escala estruturada de cinco pontos, sendo 5 = certamente compraria e 1 = certamente não compraria (MEILGAARD et al., 1999).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados das análises realizadas na amostra de kombucha produzida com chá verde e mel de cacau foram avaliados de modo a comparar a interação entre os resultados físico-químicos e microbiológicos após obtenção do produto desenvolvido. Desta forma, a amostra do produto elaborado foi comparada a um Kombucha comercial e a amostra do mel de cacau puro, ambos adquiridos em comércio local da cidade de Salvador (BA). Os resultados foram padronizados relacionando os dados obtidos nas análises de pH, acidez total e teor de sólidos solúveis totais (°Brix), conforme Tabela 1. Procedeu-se igualmente para os resultados microbiológicos (Tabela 2). Todas as análises foram realizadas após o término da segunda fermentação.

	KMC	KCT	MC
Acidez total (%)	1,12 ± 0,00	0,64 ± 0,01	1,28 ± 0,01
pH	3,51 ± 0,21	3,45 ± 0,04	3,49 ± 0,01
°Brix	14,03 ± 0,06	6,00 ± 0,00	19,23 ± 0,06

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros físico-químicos (acidez total, pH e teor de sólidos solúveis totais (°Brix).

KMC: Kombucha de mel de cacau, KCT: Kombucha comercial de tangerina, MC: mel de cacau. Média da triplicata ± desvio padrão.

As análises de pH foram realizadas em pHmetro, após a retirada das amostras. As análises de kombucha de mel de cacau artesanal foram feitas em triplicata, não apresentando diferenças significativas ($p < 0,05$) em seus resultados. A kombucha de mel de cacau apresentou pH 3,51, após 6 dias de fermentação, enquanto que para o mel de cacau foi detectado pH 3,49, similar ao valor encontrado por Leite et al. (2019), pH de 3,51. O baixo valor de pH é atribuído à produção de vários ácidos orgânicos durante a fermentação, sendo os principais ácidos orgânicos encontrados, ácido acético e ácido glucônico (CHAKRAVORTY et al., 2016). De acordo com a Instrução Normativa nº 41 de 17 de setembro de 2019, o pH da kombucha deverá apresentar valores entre 2,5 e 4,2 sendo teores mínimo e máximo, respectivamente.

Em relação ao teor de sólidos solúveis totais, a amostra MC indicou maior valor de °Brix (19,23), seguida das amostras KMC e KCT, com 14,03 e 6,00 respectivamente. As duas amostras de kombucha apresentaram distinção significativa quanto ao °Brix, devido a matéria-prima utilizada, visto que o mel de cacau puro possui elevado teor de sólidos solúveis totais. Para o teor de sólidos solúveis totais, Leite et al. (2019), encontrou para sua amostra de mel de cacau o valor de 13,30 °Brix, valor abaixo do encontrado no mel de cacau utilizado nesta análise. Este valor pode ser variável devido ao manuseio e produção do mel de cacau, assim como, a produção de ácidos durante o processo fermentativo que também justifica a redução do grau de sólidos solúveis totais, visto que as leveduras e as bactérias acéticas presentes no scoby consomem o açúcar do substrato, conforme discute Santos et al. (2018).

Por fim, a acidez total também foi diferente entre as amostras, sendo 0,64; 1,12 e 1,28 para as amostras KCT, KMC e MC respectivamente. Este resultado está diretamente ligado ao exposto anteriormente, em relação ao conteúdo de sólidos solúveis totais e pH. A partir dos parâmetros avaliados, observou-se que a amostra KMC possui característica menos ácida e levemente adocicada, se comparada à kombucha comercial sabor tangerina (KCT).

De acordo com a Tabela 2, é possível observar a presença de $1,0 \times 10^8$ UFC/mL de bolores e leveduras na amostra KMC e $1,0 \times 10^7$ UFC/mL nas amostras KCT e MC, assim como, a presença de bactérias acéticas (> 300 UFC/mL) em todas as amostras. Foi observado também uma quantidade inferior em relação às bactérias ácido lácticas, nas kombuchas tanto comercial como a de mel de cacau produzida. Acredita-se que

este fato se deve à característica de acidez elevada que a bebida possui devido ao processo de fermentação executado pelas bactérias acéticas, que são predominantes na kombucha (BALENTINE; WISEMAN; BOUWENS, 1997). Importante destacar a relação simbiótica entre as leveduras e as bactérias acéticas, que ocorre devido a produção de etanol pelas leveduras e consequente consumo deste pelas bactérias ácido acéticas, provocando a acidificação do meio; enquanto que o crescimento das bactérias é estimulado pela produção de fatores de crescimento (vitaminas) e compostos nitrogenados solúveis por leveduras. Diferentemente, segundo Schwan (1998) o mel de cacau apresenta bactérias ácido lácticas em sua maioria as espécies *Lactobacillus fermentum* e *Lactobacillus plantarum*, através da fermentação do cacau onde se desenvolvem e consomem os açúcares da polpa antes do desenvolvimento do mel.

	Bolores e leveduras (UFC/mL)	Bactérias ácido acéticas (UFC/mL)	Bactérias ácido lácticas (UFC/mL)
KMC	$1,0 \times 10^8$	>300	<10
KCT	$1,0 \times 10^7$	>300	<10
MC	$1,0 \times 10^7$	> 300	$1,0 \times 10^5$

Tabela 2: Contagem de bolores e leveduras, bactérias ácido acéticas e bactérias ácido lácticas, em kombucha de mel de cacau, kombucha comercial sabor tangerina e mel de cacau.

KMC: Kombucha de mel de cacau, KCT: Kombucha comercial de tangerina, MC: mel de cacau.

Em relação a análise sensorial, foi observado que dentre os 22 provadores, com faixa etária entre 23 a 51 anos, 18 eram do sexo feminino. Segundo as respostas obtidas pelo questionário aplicado (Figura 4), 17 provadores já conheciam ou ouviram falar sobre a bebida kombucha e 15 sabiam indicar algum benefício proporcionado pela mesma. Dentre os provadores somente 2 consumiam kombucha mensalmente, enquanto 6 raramente e 14 nunca. Ao serem questionados sobre o motivo de começaram a consumir a bebida kombucha, os provadores indicaram igualmente (4) as opções “benefícios para saúde” e “tendência alimentar”.

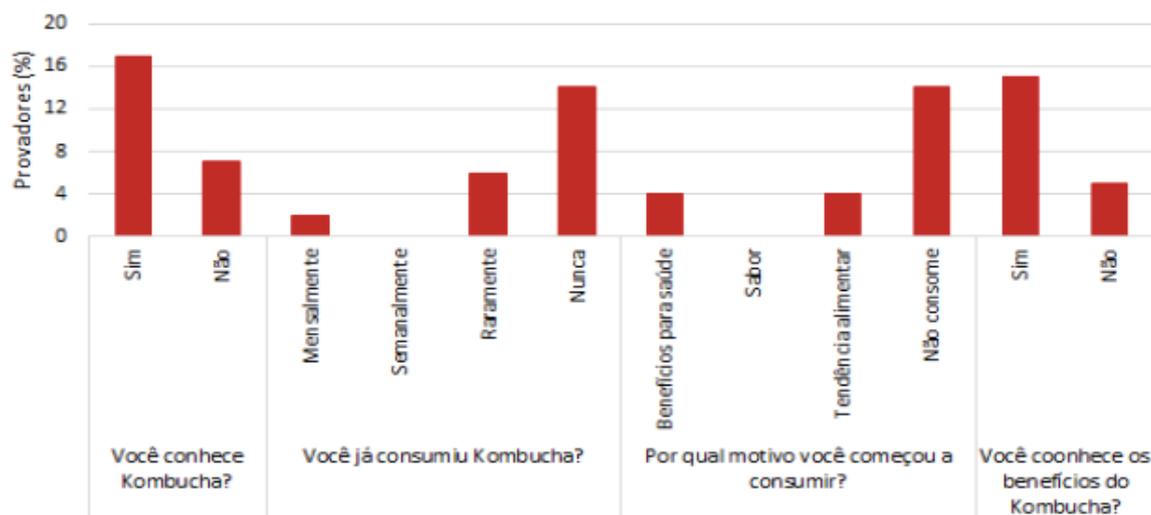


Figura 4: Distribuição das respostas obtidas através do questionário sobre kombucha.

Os resultados do teste de aceitação estão dispostos na Tabela 3. Pode-se verificar que a amostra de mel de cacau puro (MC), apresentou maiores notas atribuídas aos parâmetros de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global, sendo 7,35; 7,00; 8,00; 7,91 e 7,95 respectivamente. A kombucha de mel de cacau (KMC) apresentou notas similares ao mel de cacau puro, enquanto que a amostra de kombucha comercial de tangerina (KCT) indicou notas inferiores em relação às demais amostras, com exceção apenas para o parâmetro aparência, o qual indicou nota superior de 7,40. A amostra KCT também indicou diferença significativa ($p > 0,05$) para os parâmetros de aroma, sabor e impressão global, ao passo que as amostras KMC e MC não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si entre os parâmetros analisados.

	Variáveis de Resposta				
	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	IG
KMC	7,32 ^a ± 1,3588	6,55 ^a ± 1,4385	6,91 ^a ± 1,7433	7,36 ^a ± 1,5289	7,14 ^a ± 1,1668
MC	7,35 ^a ± 1,6488	7,00 ^a ± 1,6330	8,00 ^a ± 1,0235	7,91 ^a ± 1,1088	7,95 ^a ± 0,7854
KCT	7,40 ^a ± 1,3355	5,86 ^{a,b} ± 1,8592	4,68 ^b ± 2,1687	6,95 ^a ± 1,3266	5,27 ^{a,b} ± 1,9069

Tabela 3: Variáveis de resposta dos testes de aceitação sensorial.

IG: Impressão Global; KMC: kombucha de mel de cacau; MC: mel de cacau puro; KCT: kombucha comercial de tangerina. Média (n.22) ± desvio padrão. As médias seguidas pela mesma letra em uma coluna não diferem significativamente (teste de Tukey; $p > 0,05$).

De acordo com a Figura 5, pode-se observar que a amostra de mel de cacau puro (MC) obteve maior intenção de compra positiva (45%), seguida da amostra de kombucha de mel de cacau (KMC) com 36%.

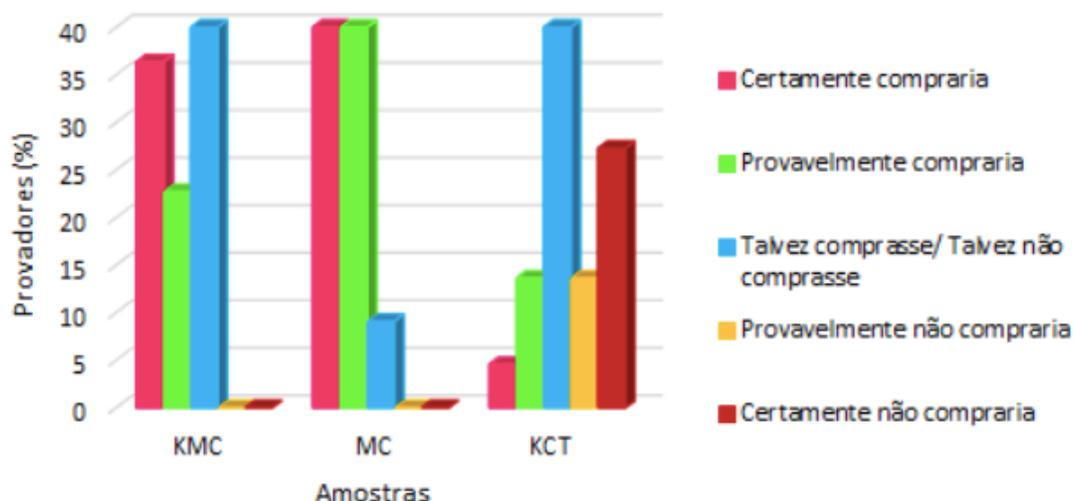


Figura 5: Distribuição da frequência para o teste de intenção de compra das amostras de Kombucha de mel de cacau, Mel de cacau puro e Kombucha comercial sabor tangerina. KMC: kombucha de mel de cacau; MC: mel de cacau puro; KCT: kombucha comercial sabor tangerina.

Este resultado já era esperado devido ao sabor adocicado e refrescante do mel de cacau. Todavia, foi verificado que grande parte dos provadores ainda estavam em dúvida quanto a compra de ambas as amostras, indicando 45% e 23% na categoria “talvez comprasse/talvez não comprasse”, para as amostras MC e KMC respectivamente. A amostra de kombucha comercial sabor tangerina (KCT), por sua vez, apresentou 41% para mesma categoria, enquanto que apenas 5% dos provadores alegaram que certamente comprariam tal bebida. Os resultados mostram ainda que tanto o mel de cacau puro, quanto a bebida de kombucha produzida a partir dele, apresentaram aceitação positiva frente a terceira amostra de kombucha comercial sabor tangerina. Este resultado se deve ao fato de que ambos possuem o grau de sólidos solúveis maior do que a amostra KCT, ao passo que os valores de acidez total e pH permaneceram similares. A quantidade de sólidos solúveis avaliada pode interferir diretamente na aceitação das amostras analisadas e, preferencialmente no produto desenvolvido.

4 | CONCLUSÃO

A kombucha, apesar de ainda não ser muito reconhecida, vem ganhando espaço no mercado brasileiro devido aos seus benefícios a saúde. Os resultados mostraram que o mel do cacau pode ser usado como substrato alternativo para produção de Kombucha, uma vez que este possui acidez moderada e doçura ideal para produção da bebida fermentada, além de possuir sabor exótico e refrescante.

Através das análises realizadas, foi verificado uma similaridade entre os dados obtidos para o mel de cacau e a kombucha produzida a partir deste, ao passo que

a kombucha comercial sabor tangerina apresentou dados destoantes tanto para as análises físico-químicas e microbiológicas, como para análise sensorial. Após produção da kombucha de mel de cacau e comparação com o controle (mel de cacau puro) e amostra comercial (kombucha sabor tangerina), conclui-se que as características obtidas no produto final, são favoráveis para sua possível comercialização, pois além de apresentar baixa acidez e elevado teor de sólidos solúveis, o produto elaborado apresentou elevada aceitação sensorial positiva frente a kombucha comercial analisada.

REFERÊNCIAS

BALENTINE, D. A.; WISEMAN, S. A.; BOUWENS, L. C. M. The chemistry of tea flavonoids. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, England & Wales, v. 37, n. 8, p. 693-704, 1997.

BRASIL. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 41, de 17 de setembro de 2019. **Padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União. Publicado em: 18/09/2019.

CHAKRAVORTY, S.; BHATTACHARYA, S.; CHATZINOTAS, A.; CHAKRABORTY, W.; BHATTACHARYA, D.; GACHHUI R. **Kombucha tea fermentation: microbial and biochemical dynamics**. *International Journal of Food Microbiology*, v. 220, p. 63–72. 2016.

IAL. **Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4a ed. São Paulo, SP: Digital, 1000p. 2008.

JAYABALAN, R. et al. A review on kombucha tea — microbiology, composition, fermentation, beneficial effects, toxicity, and tea fungus. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 13, p. 538–550, 2014.

KAPP, J. M.; SUMNER, W. Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. **Annals of Epidemiology**, v. 30, p. 66–70, 2019.

LEITE, P. A., et al., Cocoa's Residual Honey: Physicochemical Characterization and Potential as a Fermentative Substrate by *Saccharomyces cerevisiae* AWRI726. **The scientific word Journal**. 2019.

LIAMKAEW, R.; CHATTRAWANIT, J.; DANVIRUTAI, P. Kombucha Production by Combinations of Black Tea and Apple Juice. **Science and Technology**, v. 6, n.2, p. 139-146, 2016.

MAGALHÃES-GUEDES, K. T.; ANUNCIAÇÃO, T. A.; SCHWAN, R. F. Kombucha and kefir are foods of the 21st century: An opinion. **Journal of Biotechnology & BioResearch**, v. 2, p. 01-02, 2019.

MEILGAARD, M. C.; CARR, B. T.; CIVILLE, G. V. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 1999.

NETO, B. A. M.; CARVALHO, E. A.; PONTES, K. V.; BARRETTO, 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.

RAHMANI, R.; BEAUFORT, S.; VILARREAL-SOTO, S. A.; TAILLANDIER, P.; BOUAJILA, J.; DEBOUBA, M. Kombucha fermentation of African mustard (*Brassica tournefortii*) leaves: chemical composition and bioactivity. **Food Bioscience**, v. 30, 100414, 2019.

SANTOS, Y. M. A et al., Chemical characterization of kombucha based on hibiscus and Black tea. **Revista Brasileira De Agrotecnologia**. (8) 32- 37. 2018.

SCHWAN, R.F. Cocoa fermentations conducted with a defined microbial cocktail inoculum. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v.64, p.1477–1483, 1998.

SILVA, E. N.; RAMOS, D. C.; MENEZES, L. M.; SOUZA, A. O.; LANNES, S. C. S.; SILVA, M. V. Nutritional value and antioxidant capacity of “cocoa honey” (*Theobroma cacao* L.). **Food Science and Technology**, v. 34, n. 4, p. 755-759, 2014.

SILVA, N., et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. São Paulo: editora Blucher, 5 edição, 2007.

SUCIATI, F.; NURLIJANJ; INDRATININGSIH. Physicochemical, Microbiological and Sensory Properties of Fermented Whey using Kombucha Inoculum. **Buletin Peternakan** 43 (1): 52-57, February 2019.

TEYE, E.; ANYIDOHO, E.; AGBEMAFLE, R.; SAMAMOAH, L. H.; ELLIOTT, C. Cocoa bean and cocoa bean products quality evaluation by NIR spectroscopy and chemometrics: A Review. **Infrared Physics & Technology**, 103127, 2019.

VITAS, J. S.; CVETANOVIĆ, A. D.; MAŠKOVIĆ, P. Z.; ŠVARC-GAJIĆ, J. V.; MALBAŠA, R. V. Chemical composition and biological activity of novel types of kombucha beverages with yarrow. **Journal of Functional Foods**, v. 44, p. 95–102, 2018.

XIA, X.; DAI, Y.; WU, H.; LIU, X.; WANG, Y.; YIN, L.; WANG, Z.; LI, X.; ZHOU, J. Kombucha fermentation enhances the health-promoting properties of soymilk beverage. **Journal of Functional Foods**, v. 62, 103549, 2019.

ZHOU, X.; TAN, J.; GOU, Y.; LIAO, Y.; XU, F.; LI, G.; CAO, J.; YAO, J.; YE, J.; TANG, N.; CHEN, Z. The biocontrol of postharvest decay of table grape by the application of kombucha during cold storage. **Scientia Horticulturae**, v. 253, p. 134–139, 2019.

DESENVOLVIMENTO DE SANDUÍCHES VEGANOS CONGELADOS

Data de aceite: 27/02/2020

Feira de Santana – BA

E-mail: geanyperuch@yahoo.com.br

Fernanda Antonia de Souza Oliveira

Universidade Federal da Bahia - UFBA
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos
Salvador – BA
E-mail: fernandaasouzaoliveira2@gmail.com

Aurora Britto de Andrade

Universidade Federal da Bahia - UFBA
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos
Salvador – BA
E-mail: aurora-andrade@hotmail.com

Hevelynn Franco Martins

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia
Feira de Santana – BA
E-mail: hevelynn_martins@hotmail.com

Abraão Brito Peixoto

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Professor do Departamento de Tecnologia
Feira de Santana – BA
E-mail: abraaopeixoto@uefs.br

Geany Peruch Camilloto

Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS
Professora do Departamento de Tecnologia

Márcio Inomata Campos

Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB
Professor do Centro das Ciências Exatas e das Tecnologias
Barreiras – BA
E-mail: marcioinomata@gmail.com

RESUMO: O estilo de vida saudável é um dos principais motivos que levam os indivíduos a adotarem o regime alimentar vegetariano. Além da saúde, outras razões relacionadas à ética e aos direitos dos animais, ao meio ambiente, à fome, à economia e à religião proporcionam a adesão dos indivíduos a algumas dietas específicas, como por exemplo a vegana. A iniciativa para o desenvolvimento de sanduíches veganos congelados visa atender a uma demanda crescente por parte dos consumidores brasileiros no sentido de evitar carnes, laticínios, ovos e outros produtos de origem animal. O presente estudo refere-se à produção de seis variedades de sanduíches veganos semi-prontos congelados, denominados HOT VEG, que diferenciam-se de acordo com os sabores dos pães em tradicional e integral e os sabores dos hambúrgueres vegetais. Além disso, desenvolveu-se a tabela nutricional de cada sanduíche e comprovou-se que é favorável a aceitação dos produtos no mercado, uma vez

que os mesmos além da praticidade, proporcionam ingestão completa dos nutrientes diários para uma alimentação saudável.

PALAVRAS-CHAVE: Vegano, Sanduíche, Indústria.

DEVELOPMENT FROZEN VEGAN SANDWICHES

ABSTRACT: A healthy lifestyle is one of the main reasons that lead individuals to adopt the vegetarian diet. In addition to health, other reasons related to ethics and animal rights, the environment, hunger, economy and religion provide individuals with adherence to some specific diets, such as vegan. The initiative to develop frozen vegan sandwiches aims to meet a growing demand from Brazilian consumers to avoid meat, dairy, eggs and other animal products. The present study refers to the production of six varieties of frozen semi-ready vegan sandwiches, called HOT VEG, which differ according to the flavors of traditional and wholemeal breads and the flavors of vegetable burgers. In addition, the nutritional table of each sandwich was developed and proved to be favorable to the acceptance of the products in the market, as they, besides their practicality, provide complete intake of daily nutrients for a healthy diet.

KEYWORDS: Vegan, Sandwich, Industry.

INTRODUÇÃO

No Brasil, cerca de 5 milhões de brasileiros são vegetarianos, o que equivale a 8% da população, razão igualitária entre homens e mulheres, segundo estimativas da Sociedade Vegetariana Brasileira (SVB) baseada em dados do Instituto de Opinião Pública e Estatística (IBOPE) (IBOPE, 2012). A razão entre sexos se altera conforme a idade, aumentando entre pessoas de 65 a 75 anos (10%), enquanto que os jovens de 20 a 24 anos representam 7%, assim como homens e mulheres de 35 a 44 anos. Segundo esta mesma pesquisa, o Brasil ocupa a sexta posição entre países com mais vegetarianos no mundo e a segunda posição do mundo em porcentagem relativa de veganos, com cerca de 16 milhões de vegetarianos, dos quais 28,6% são veganos (CHAVES, 2012).

O veganismo é uma prática de vida motivada por convicções éticas com base nos direitos dos animais, que procura evitar a exploração ou o abuso dos mesmos, através do boicote às atividades e aos produtos considerados especistas (ALMEIDA et al., 2017). O Jornal Online Folha (2016), apontou crescimento de 40% ao ano, de empresas no ramo vegetariano e vegano, tratando-se de um segmento no qual as condições de retorno positivo são promissoras (MARTINS, FERREIRA, 2017).

O Sebrae (2017a), por sua vez, menciona que o mercado ligado à saúde e ao bem-estar cresceu 98% no país de 2009 a 2014. Dados do Data Folha (2017), mostram que 63% dos brasileiros querem reduzir o consumo de carne e 35% tem preocupação com a saúde, quanto seu consumo. O ramo dos produtos restritivos, como veganos,

vegetarianos, celíacos e intolerantes, é uma escolha promissora no mercado atual. Sabe-se que cerca de 70% da população adulta brasileira é intolerante a lactose, enquanto que 40% da população geral possui a mesma intolerância (REVISTA EXAME, 2013). De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS) (2015), 30% da população mundial sofre algum tipo de alergia, e no Brasil esse valor chega a 35%. A Associação Brasileira de Alergia e Imunologia (ASBAI) (2015) afirma que indivíduos acometidos por algum tipo de alergia, são mais propensos a alergias alimentares.

Em contrapartida, além dos vegetarianos, veganos e simpatizantes, outro nicho consumidor que pretende-se atingir com a elaboração do produto em questão, são os consumidores de alimentos semi-prontos congelados, os intolerantes a lactose e os alérgicos à proteína da clara de ovo e à proteína do leite. Segundo o Sebrae (2017b), o Brasil é considerado o maior consumidor de alimentos congelados da América Latina, onde 61% preferem esse tipo de alimento devido sua praticidade. A escolha do produto se deu através de pesquisas, onde pode-se observar que o sanduíche tipo hambúrguer é o mais consumido e preferido pela população brasileira e mundial. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo estudar o processamento de sanduíches veganos congelados, evidenciando a produção dos pães tradicional e integral, e montagem de seis variedades de sanduíches, além de desenvolver a tabela nutricional dos mesmos.

METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Feira de Santana – BA. Por se tratar de um produto original, não há legislações que o contemplem, para tal baseado nas RDC n. 12 (BRASIL, 2001) de características microbiológicas e RDC n. 216, 218 e 275 (BRASIL, 2004, 2005 e 2002), sobre higienização.

Foi realizado um levantamento de dados para a construção do Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) do produto Sanduíche Vegano Congelado, respeitando os requisitos sensoriais, físico-químicos e microbiológicos.

O preparo dos sanduíches foi iniciado com a produção dos pães tradicionais e integrais, seguido da montagem dos sanduíches. O fluxograma de produção é dividido em duas etapas. A primeira refere-se a produção dos pães, onde todos os ingredientes, com exceção do gergelim são adicionados e misturados. Em sequência seguem as etapas de amassamento; cilindragem; pesagem; fermentação primária; divisão; modelagem; fermentação secundária; pulverização do gergelim sobre a superfície do pão tradicional; forneamento e por fim, o resfriamento. A produção do pão integral possui a mesma sequência de etapas, com exceção da pulverização do gergelim. A segunda etapa concerne ao processo de montagem dos sanduíches, iniciada pelo corte longitudinal dos pães, seguido das etapas de adição do processado vegetal de proteína texturizada de soja, de grão de bico, de legumes e do processado de caju sabor mussarela (a depender do tipo de sanduíche que será montado); congelamento;

embalamento; acondicionamento; armazenamento e transporte/ distribuição.

DESENVOLVIMENTO

A formulação do pão tradicional foi fundamentada em formulações dispostas em literatura, baseada em percentuais com base na farinha de trigo enriquecida com ácido fólico, correspondente a 100%, enquanto que a formulação do pão integral foi elaborada com 100% de farinha de trigo enriquecida e 100% de farinha integral. Os demais ingredientes e seus valores percentuais são: água (55%), açúcar (40,5%), gergelim (25%), gordura vegetal hidrogenada (13,5%), fermento biológico 5%, sal (1,5%), estearoil-2-lactil-lactato de sódio (0,5%) e propionato de cálcio (0,1%). Salientando que, o gergelim foi utilizado apenas na produção do pão tradicional.

A descrição do processo de fabricação de pães de hambúrguer, teve como principal referência Guerreiro (2006). A adição dos ingredientes ocorreu de forma similar para os dois sabores de pães, com exceção do gergelim à massa do pão tradicional e farinha de trigo à massa do pão integral. O método de escolha para a produção dos pães foi o método convencional, de massa direta, onde a matéria prima, juntamente com os demais ingredientes, foi amassada de maneira uniforme, por 30 minutos, até a homogeneização da massa com formação do ponto de véu. Em seguida, a massa foi transferida para um cilindro laminador, para dar a forma de lâmina à massa, que por consequência, facilita o manuseio, corte e pesagem da mesma. A pesagem das massas em seus respectivos dias de produção, se deu por meio de balanças digitais, de acordo com a capacidade da divisora, que é de 2 kg.

As porções de massa previamente pesadas, foram dispostas em tabuleiros, e levadas para a câmara de descanso (primeira fermentação), pelo período de 30 minutos, sem a necessidade de um controle de temperatura e umidade. Durante a etapa de modelagem, a massa foi achatada e boleada até adquirir formato arredondado e superfície lisa, para que a segunda fermentação ocorresse de forma satisfatória. Esta etapa ocorre em condições controladas de temperatura e umidade, onde as porções de massa (68 g) foram submetidas a câmara de fermentação à 27°C e umidade relativa de 75,5%, pelo período de 60 minutos. Essas condições permitem a incorporação de gases, realizada pelo fermento introduzido à massa, a fim de se obter um volume adequado, além de regular a textura do miolo e o seu volume. A adição de gergelim foi realizada apenas para a produção de pães tradicionais, onde é pulverizada água potável, sobre os pães e adicionadas as semente logo na sequência. Em seguida as massas foram levadas ao forno à 200°C por 20 min. Posteriormente os pães foram resfriados de forma natural à temperatura ambiente, e cortados manualmente, ao longo do seu eixo horizontal.

Para a descrição da composição do produto final, foram usados os ingredientes e as tabelas nutricionais apresentadas pelos fornecedores, referentes aos ingredientes

preparado vegetal de soja, de grão de bico, de legumes e castanha de caju sabor mussarela. A partir da formulação dos pães, foi possível desenvolver a tabela nutricional dos mesmos, segundo dados obtidos pela Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2004), viabilizando consequentemente a construção da tabela nutricional dos sanduíches veganos congelados.

Conforme esta mesma tabela e a porção de 145 g estabelecida, foram realizados os cálculos e conversões das quantidades de nutrientes para cada ingrediente, por 100 g de parte comestível, baseada em valores diários de uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 KJ.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PADRÕES DE IDENTIDADE E QUALIDADE (PIQ)

- **SANDUÍCHE VEGANO CONGELADO**

Designação:

Produtos congelados semi-prontos ou prontos para o consumo, devem ser designados por denominação consagrada pelo uso, podendo ser seguida do (s) nome (s) do (s) ingrediente (s) que caracteriza (m) o produto, forma de apresentação ou característica específica. Quando forem utilizadas designações de acordo com o ingrediente (s) que o caracteriza (m), deve ser utilizada a expressão “com” seguido do (s) nome (s) do (s) ingrediente (s). Por isso, o produto elaborado deve ser designado, mediante rótulo/embalagem, como sanduíche vegano congelado, seguido pela descrição do sabor do pão, preparado vegetal com sabor correspondente à sua matéria prima e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela.

Os produtos congelados semi-prontos devem ser levados ao forno ou microondas, por tempo determinado pelas instruções vide rótulo, para posterior ingestão pelo consumidor. De acordo com a RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005, (BRASIL, 2005) alimentos semi-prontos ou prontos para o consumo são os alimentos preparados ou pré-cozidos ou cozidos, que para o seu consumo não necessitam da adição de outro (s) ingrediente (s). Podem requerer aquecimento ou cozimento complementar (BRASIL, 2005).

Características Sensoriais:

Aspecto: característico do produto. O pão deve apresentar duas crostas, um interior e outra mais consistente, bem aderente ao miolo. O miolo deve ser poroso, leve, homogêneo, elástico, não aderente aos dedos ao ser comprimido e não deve apresentar grumos duros, pontos negros, pardos ou avermelhados. Os preparados vegetais a base de proteína de soja texturizada, grão de bico e legumes devem apresentar cor referente a matéria prima utilizada, superfície porosa sem ressecamento ou presença

de gelo. O preparado vegetal a base de castanha de caju deve ser consistente e macio, com textura lisa e uniforme, aroma agradável e ausência de sujidades.

Cor: característica do produto.

Odor: característico do produto.

Sabor: característico do produto.

Características Físico-Químicas:

Deve obedecer a RDC n°. 273, de 22 de setembro de 2005, (BRASIL, 2005). Por se tratar de um alimento congelado semi-pronto, considera-se como características físico-químicas a textura, cor, sabor e odor próprios do sanduíche hot veg em questão, devendo atender os seguintes requisitos: ausência de corpos estranhos e sujidades, parasitas e larvas, peso de 145 g e medidas específicas, além dos requisitos físico-químicos descritos na Tabela 1. Ressaltando que apenas a gordura *trans* possui limite máximo mensurável de 0,2 g.

Componentes	Quantidade Mínima
Carboidratos	50 g
Proteína	8 g
Gordura total	8 g
Gordura saturada	1 g
Gordura trans	mín. 0 g/ máx. 0,2 g
Colesterol	0 g
Fibra alimentar	5 g
Ferro	3 mg
Vitamina B6	0 mg
Vitamina B12	µg

Tabela 1: Quantidade mínima de componentes físico-químicos permitida

Características Microbiológicas:

A RDC n°. 12, de 12 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), define as características microbiológicas para produtos embalados e congelados, a base de vegetais (Tabela 2).

Microrganismo	Tolerância para amostra indicativa
<i>Coliformes a 45°C</i>	5x10 ² UFC/g
<i>Estaf.Coag.Positiva</i>	10 ³ UFC/g
<i>B.Cereus</i>	5x10 ³ UFC/g
<i>Salmonellasp</i>	Ausência/ 25g

Tabela 2: Padrão de Identidade e Qualidade Microbiológica para Produtos Embalados e Congelados

Fonte: http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b

Deverão ser efetuadas determinações de outros microrganismos e/ou de

substâncias tóxicas de origem microbiana, sempre que se tornar necessária a obtenção de dados adicionais sobre o estado higiênico-sanitário dessa classe de alimento, ou quando ocorrerem tóxi-infecções alimentares.

Acondicionamento:

O produto deve ser comercializado semi-pronto, dentro de sua respectiva embalagem primária destinada ao forno e/ou microondas, congelado, desde que, após cocção, atenda aos requisitos informados na embalagem secundária que envolve o produto. As embalagens devem ser adequadas às condições previstas de transporte e armazenamento e conferir ao produto a proteção necessária.

Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação:

Devem obedecer à legislação específica, a RDC n° 383, de 05 de agosto de 1999, (BRASIL, 1999) e a Consulta Pública n° 51, de 15 de julho de 2009 (BRASIL, 2009).

Contaminantes:

Devem estar em consonância com os níveis toleráveis nas matérias primas empregadas, estabelecidos em legislação específica.

Higiene:

Quanto às considerações gerais, os produtos devem ser processados, manipulados, acondicionados, armazenados, conservados e transportados conforme as Boas Práticas de Fabricação, atendendo às legislações específicas, RDC n° 216, de 15 de setembro de 2004; RDC n° 218, de 29 de julho de 2005 e RDC n°. 275, de 21 de outubro de 2002, (BRASIL, 1993, 2004, 2005, 2002).

Pesos e Medidas:

Os sanduíches elaborados devem pesar 145 g, sendo 50 g de pão, 65 g de hambúrguer vegetal e 30 g de queijo vegano. A parte inferior do pão deve apresentar diâmetro de 9 cm e altura de 1,5 cm, enquanto que a parte superior (com ou sem adição de gergelim) deve apresentar 9 cm de diâmetro e 3 cm de altura. O hambúrguer vegetal deve conter 9 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, sabendo-se que após preparo em microondas ou forno, suas dimensões deverão reduzir 0,2 cm. O queijo, por sua vez, deve possuir corte quadrado de 7,5 x 7,5 cm e espessura de 2 mm. Totalizando, os sanduíches elaborados devem apresentar diâmetro de 9 cm e altura de aproximadamente 6 cm.

Rotulagem:

Deve obedecer a RDC n°. 259, de 20 de setembro de 2002, Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados (BRASIL, 2002), e legislação específica de rotulagem para alimentos industrializados que contêm glúten.

Quando o produto apresentar em sua composição farinha de trigo integral, fibra de trigo, farelo de trigo e ou farinha de cereais (exceto trigo), leguminosas, raízes e tubérculos, deve ser declarado, no rótulo, o percentual destes ingredientes. Por possuir em sua composição alguns ingredientes que são passíveis de causar alergia alimentar, como o trigo (glúten) e a soja, segundo a lista descrita em anexo na RDC n°.

26, 02 de julho de 2015, (BRASIL, 2015) se faz necessário que esta informação esteja presente no rótulo do produto final, neste caso, o sanduíche hot veg com hambúrguer vegetal sabor proteína texturizada de soja. Por sua vez, os demais sanduíches, com hambúrguer vegetal nos sabores legumes e grão de bico, além de informar a presença de glúten devem também apresentar a informação de que podem conter traços de soja no produto final.

Amostragem e Métodos de Análise:

A avaliação da identidade e qualidade deverá ser realizada de acordo com os planos de amostragem e métodos de análise adotados e ou recomendados pela *Association of Analytical Chemists International* (AOAC), pela *International Organization for Standardization* (ISO), pelo Instituto Adolfo Lutz, pelo *Food Chemicals Codex* (FCC), pela *American Public Health Association* (APHA), pelo *Bacteriological Analytical Manual* (BAM), pela *Association Internationale de Chimie Céréalière* (ICC), pela *American Association of Cereal Chemists* (AACC) e ou pela comissão do *Codex Alimentarius* e seus comitês específicos, até que venham a ser aprovados planos de amostragem e métodos de análises pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA).

Composição:

Para a descrição da composição do produto final, foram usados os ingredientes e as tabelas nutricionais apresentadas por fornecedores, referentes aos ingredientes queijo vegano e hambúrguer vegetal, sendo construída apenas a do ingrediente pão, segundo dados obtidos pela Tabela TACO, 2004. Serão produzidos pães de hambúrguer nos sabores integral e tradicional de gergelim, para posterior montagem dos sanduíches veganos hot veg.

Ingredientes:

Sanduíche Congelado Hot Veg com pão tradicional, preparado vegetal de proteína texturizada de soja e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela: hambúrguer vegetal (proteína de soja não transgênica; farinha de chia; farinha de quinoa; molho de soja; alho e cominho), pão (farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico; água; açúcar; gergelim; gordura vegetal hidrogenada; fermento biológico; sal; emulsificante: estearoil-2-lactil-lactato de sódio; conservador: propionato de cálcio), queijo vegano (água; amido de batata; óleo vegetal de palma; concentrados de cenoura, maçã e abóbora; sal hipossódico; aroma de mussarela).

Sanduíche Congelado Hot Veg com pão tradicional, preparado vegetal de grão de bico e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela: hambúrguer vegetal (grão de bico, água, batata flocos, cebola, gordura de palma, farinha de arroz, polvilho doce, farinha de grão de bico, salsa, cebolinha, alho, linhaça, sal marinho e especiarias), pão (farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico; água; açúcar; gergelim; gordura vegetal hidrogenada; fermento biológico; sal; emulsificante: estearoil-2-lactil-lactato de sódio; conservador: propionato de cálcio), queijo vegano (água; amido de batata; óleo vegetal de palma; concentrados de cenoura, maçã e

abóbora; sal hipossódico; aroma de mussarela).

Sanduíche Congelado Hot Veg com pão tradicional, preparado vegetal de legumes e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela: hambúrguer vegetal (água, proteína texturizada de soja, milho, cenoura, farinha de rosca, farinha de trigo, cebola, ervilha, gordura de palma, amido de milho, salsa, sal marinho, alho e condimentos naturais), pão (farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico; água; açúcar; gergelim; gordura vegetal hidrogenada; fermento biológico; sal; emulsificante: estearoil-2-lactil-lactato de sódio; conservador: propionato de cálcio), queijo vegano (água; amido de batata; óleo vegetal de palma; concentrados de cenoura, maçã e abóbora; sal hipossódico; aroma de mussarela).

Sanduíche Congelado Hot Veg com pão integral, preparado vegetal de proteína texturizada de soja e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela: hambúrguer vegetal (proteína de soja não transgênica; farinha de chia; farinha de quinoa; molho de soja; alho e cominho), pão (farinha integral; farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico; água; açúcar; gordura vegetal hidrogenada; fermento biológico; sal; emulsificante: estearoil-2-lactil-lactato de sódio; conservador: propionato de cálcio), queijo vegano (água; amido de batata; óleo vegetal de palma; concentrados de cenoura, maçã e abóbora; sal hipossódico; aroma de mussarela).

Sanduíche Congelado Hot Veg com pão integral, preparado vegetal de grão de bico e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela: hambúrguer vegetal (grão de bico, água, batata flocos, cebola, gordura de palma, farinha de arroz, polvilho doce, farinha de grão de bico, salsa, cebolinha, alho, linhaça, sal marinho e especiarias), pão (farinha integral; farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico; água; açúcar; gordura vegetal hidrogenada; fermento biológico; sal; emulsificante: estearoil-2-lactil-lactato de sódio; conservador: propionato de cálcio), queijo vegano (água; amido de batata; óleo vegetal de palma; concentrados de cenoura, maçã e abóbora; sal hipossódico; aroma de mussarela).

Sanduíche Congelado Hot Veg com pão integral, preparado vegetal de legumes e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela: hambúrguer vegetal (água, proteína texturizada de soja, milho, cenoura, farinha de rosca, farinha de trigo, cebola, ervilha, gordura de palma, amido de milho, salsa, sal marinho, alho e condimentos naturais), pão (farinha integral; farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico; água; açúcar; gordura vegetal hidrogenada; fermento biológico; sal; emulsificante: estearoil-2-lactil-lactato de sódio; conservador: propionato de cálcio), queijo vegano (água; amido de batata; óleo vegetal de palma; concentrados de cenoura, maçã e abóbora; sal hipossódico; aroma de mussarela).

Composição Nutricional:

As informações nutricionais dos sanduíches Hot Veg de diferentes sabores estão apresentadas nas Tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

Informação Nutricional		
Porção de 145 g (1 unidade)		
Quantidades por porção	% VD (*)	
Valor energético	503,9 Kcal = 2.108,3 KJ	25
Carboidratos	59,2 g	20
Proteínas	38,9 g	52
Gorduras totais	12,6 g	23
Gorduras saturadas	1,2 g	5,5
Gorduras trans	0,2 g	(**)
Colesterol	0 g	0
Fibra alimentar	17,5 g	70
Ferro	3,7 mg	26
Vitamina B6	0,2 mg	18
Vitamina B12	0,4 µg	18
Sódio	314,3 mg	13
(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) Valor diário não estabelecido.		

Quadro 1: Informação Nutricional do Sanduíche Congelado Hot Veg com pão tradicional, preparado vegetal de proteína texturizada de soja e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela

Informação Nutricional		
Porção de 145 g (1 unidade)		
Quantidades por porção	% VD (*)	
Valor energético	504,9 Kcal = 2.112,5 KJ	25
Carboidratos	71,2 g	24
Proteínas	16,2 g	22
Gorduras totais	19,8 g	36
Gorduras saturadas	4,3 g	20
Gorduras <i>trans</i>	0,2 g	(**)
Colesterol	0 g	0
Fibra alimentar	7,9 g	32
Ferro	3,7 mg	26
Vitamina B6	0,2 mg	18
Vitamina B12	0,4 µg	18
Sódio	630 mg	26
(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) Valor diário não estabelecido.		

Quadro 2: Informação Nutricional do Sanduíche Congelado Hot Veg com pão tradicional, preparado vegetal de grão de bico e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela

Informação Nutricional		
Porção de 145 g (1 unidade)		
Quantidades por porção	% VD (*)	
Valor energético	434,9 Kcal = 1.819,6 KJ	25
Carboidratos	59,2 g	20
Proteínas	14,3 g	19
Gorduras totais	16,4 g	30
Gorduras saturadas	2,9 g	13
Gorduras <i>trans</i>	0,2 g	(**)
Colesterol	0 g	0
Fibra alimentar	5,3 g	21
Ferro	3,7 mg	26
Vitamina B6	0,2 mg	18
Vitamina B12	0,4 µg	18
Sódio	589 mg	25

(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) Valor diário não estabelecido.

Quadro 3: Informação Nutricional do Sanduíche Congelado Hot Veg com pão tradicional, preparado vegetal de legumes e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela

Informação Nutricional		
Porção de 145 g (1 unidade)		
Quantidades por porção	% VD (*)	
Valor energético	482,8 Kcal = 2020 KJ	24,1
Carboidratos	64,1 g	21,4
Proteínas	38,4 g	51,2
Gorduras totais	8,3 g	15,1
Gorduras saturadas	1,2 g	5,4
Gorduras <i>trans</i>	0,1 g	(**)
Colesterol	0 g	0
Fibra alimentar	18 g	71,9
Ferro	3 mg	0,2
Vitamina B6	0,2 mg	0,2
Vitamina B12	0,4 µg	0,2
Sódio	280,6 mg	0,1

(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) Valor diário não estabelecido.

Quadro 4: Informação Nutricional do Sanduíche Congelado Hot Veg com pão integral, preparado vegetal de proteína texturizada de soja e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela

Informação Nutricional		
Porção de 145 g (1 unidade)		
Quantidades por porção	% VD (*)	
Valor energético	470,4 Kcal = 1968,2 KJ	24
Carboidratos	76,8 g	26
Proteínas	11,7 g	16
Gorduras totais	13,4 g	24
Gorduras saturadas	2,7 g	12
Gorduras <i>trans</i>	0,1 g	(**)
Colesterol	0 g	0
Fibra alimentar	6,2 g	25
Ferro	6,2 mg	44
Vitamina B6	0,2 mg	15
Vitamina B12	1,1 µg	46
Sódio	461,3 mg	19
(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) Valor diário não estabelecido.		

Quadro 5: Informação Nutricional do Sanduíche Congelado Hot Veg com pão integral, preparado vegetal de grão de bico e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela

Informação Nutricional		
Porção de 145 g (1 unidade)		
Quantidades por porção	% VD (*)	
Valor energético	400,4 Kcal = 1675,3 KJ	20
Carboidratos	61,2 g	20
Proteínas	13,5 g	18
Gorduras totais	12 g	22
Gorduras saturadas	2,9 g	13
Gorduras <i>trans</i>	0,1 g	(**)
Colesterol	0 g	0
Fibra alimentar	5,6 g	22
Ferro	2,8 mg	20
Vitamina B6	0,2 mg	18
Vitamina B12	0,4 µg	18
Sódio	541,3 mg	23
(*) % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) Valor diário não estabelecido.		

Quadro 6: Informação Nutricional do Sanduíche Congelado Hot Veg com pão integral, preparado vegetal de legumes e preparado vegetal de castanha de caju sabor mussarela

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de novos produtos veganos, associados a praticidade do dia a dia, é um nicho pouco explorado, evidenciando um auspicioso empreendimento. Com o estudo foi visualizado favorável aceitação dos produtos no mercado, uma vez que os mesmos além da praticidade, proporcionam ingestão completa dos nutrientes diários para uma alimentação saudável. Ressalta-se a necessidade de diversificação dos sabores, visto que a procura por alimentos deste segmento é alta. Sendo assim, sugere-se a variação dos preparados vegetais nos sabores como legumes e/ou grão de bico, que também são fontes ricas em fibras e proteínas, de boa aceitação com sabor apreciável segundo pesquisa e disposição no mercado.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. F.; ALMEIDA, J.A.; ALMEIDA, S. A.; CUNHA, T. R.; NOGUEIRA, C. C. **A influência da moda sustentável no consumo de acessórios femininos de origem não animal.** Facit Business and Technology Journal, v. 1, n. 2, p. 119-138 2017. Disponível em:< <http://revistas.faculdefacit.edu.br/index.php/JNT/article/view/171/187>>. Acessado em outubro de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ALERGIA E IMUNOLÓGICOS-ASBAI. Alergia Alimentar – **Perguntas e Respostas.** Disponível em:< <http://www.asbai.org.br/secao.asp?s=81&id=1005>>. Acessado em outubro de 2017.

BRASIL. Agência de Segurança e Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução nº 383, de 05 de agosto de 1999.** Aprova o “Regulamento técnico que aprova o uso de Aditivos Alimentares, estabelecendo suas Funções e seus Limites Máximos para a. Categoria de Alimentos. (D.O.U. 09/08/99).

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001.** Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2005. Disponível em:< http://portal.anvisa.gov.br/documents/33880/2568070/RDC_12_2001.pdf/15ffddf6-3767-4527-bfac-740a0400829b>. Acessado em outubro de 2017.

BRASIL. Agência de Segurança e Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução - RDC Nº 259, de 20 de setembro de 2002.** Aprovar o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Disponível em:< https://lcqa.farmacia.ufg.br/up/912/o/resoluo_rdc_n_259_2002_-_rotulagem_em_geral.pdf> Acessado em dezembro de 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002.** Aprova o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/ Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução - RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF. Disponível em:< <http://www.saude.al.gov.br/wp-content/uploads/2017/02/RDC-N%C2%B0-216-ANVISA-Ag%C3%A2ncia-Nacional-de-Vigil%C3%A2ncia-Sanit%C3%A1ria.pdf>> Acessado em outubro de 2017.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 218, de 29 de julho de 2005.** Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Higiênico-Sanitários para Manipulação de Alimentos e Bebidas Preparados com Vegetais. Disponível em: < http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/388704/RDC_218.pdf> Acessado em dezembro de 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução - RDC nº 273, de 22 de setembro de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF 23 de set. 2005. Disponível em: <<http://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjlzOA%2C%2C>> Acessado em outubro de 2017.

BRASIL. Agência de Segurança e Vigilância Sanitária (ANVISA). **Consulta Pública nº 51, de 15 de julho de 2009**. Se refere ao REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE ADITIVOS ALIMENTARES A SER EMPREGADOS SEGUNDO AS BOAS PRÁTICAS DE FABRICAÇÃO (BPF). Disponível em: <<http://www4.anvisa.gov.br/base/visadoc/CP/CP%5B27128-1-0%5D.PDF>> Acessado em dezembro de 2019.

BRASIL. Agência de Segurança e Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução - RDC nº 26, de 2 de julho de 2015**. Dispõe sobre os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2694583/RDC_26_2015_.pdf/b0a1e89b-e23d-452f-b029-a7bea26a698c> Acessado em dezembro de 2019.

CHAVES, L. **Mapa Veg**. 2012. Disponível em: <<http://www.mapaveg.com.br>>. Acessado em outubro de 2017.

DATA FOLHA, Instituto de Pesquisa, **Em São Paulo 30% dos que comem carne diminuição consumo depois da ação da PF**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://datafolha.folha.uol.com.br/opiniaopublica/2017/04/1874526-30-dos-que-comem-carne-diminuiram-consumo-apos-operacao-carne-fraca.shtml>> Acessado em novembro de 2017.

GUERREIRO, L. **Dossiê Técnico de Panificação**, REDETEC- Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, dez. 2006. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc=>>> Acessado em outubro de 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA- IBOPE, **Dia Mundial do Vegetarianismo: 8% da população brasileira afirma ser adepta do estilo**, 2012. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br/pt-br/noticias/paginas/dia-mundial-do-vegetarianismo-8-da-populacao-brasileira-afirma-ser-adepta-ao-estilo.aspx>> Acessado em janeiro 2018.

JORNAL FOLHA ONLINE. **Empresas de produtos vegetarianos crescem 40% ao ano**. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2016/07/1787773-pequenas-empresas-de-produtos-vegetarianos-crescem-40-ao-ano.shtml>>. Acessado em julho de 2019.

MARTINS, A. C. S.; FERREIRA, G. X. **Moda e vestuário vegan: atuação de empresas e demandas de consumidores**. 5º CONTEXMOD, v. 1, n. 5, p. 308-316, 2017. Disponível em: <http://www.contextmod.net.br/index.php/quinto/article/view/596/pdf_57>. Acessado em outubro de 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE- OMS, **Diagnóstico das Doenças Respiratórias Crônicas e das Alergias Respiratórias**, 2015.

REVISTA EXAME. **Cerca de 40% da população do país tem intolerância a lactose**. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/brasil/cerca-de-40-da-populacao-do-pais-tem-intolerancia-a-lactose/>>. Acessado em julho de 2019.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE, **Segmento de alimentação saudável apresenta oportunidade de negócio**. 14 ago 2017a. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/segmento-de-alimentacao-saudavel-apresenta-oportunidades-de-negocio,f48da82a39bbe410VgnVCM1000003b74010aRCRD>>. Acessado em outubro de 2017.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS- SEBRAE, **Ideias de Negócio: Alimentos Congelados**, 2017b. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ideias/como-montar-um-servico-de-alimentos->>

congelados,0a187a51b9105410VgnVCM1000003b74010aRCRD> Acessado em outubro de 2017.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS- TACO. **Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (NEPA)**. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas, SP. 2004. Disponível em:<http://189.28.128.100/nutricao/docs/taco/tab_bras_de_comp_de_alim_doc.pdf>. Acessado em outubro de 2017.

ELABORAÇÃO DE BARRA ALIMENTÍCIA PROTEICA DE ORIGEM VEGETAL

Data de aceite: 27/02/2020

Paula Berwanger da Rosa

Discente do curso de Nutrição - Universidade do Vale Rio dos Sinos, São Leopoldo/RS

Cláudia Krindges Dias

Discente do Mestrado Profissional em Nutrição e Alimentos - Universidade do Vale Rio dos Sinos, São Leopoldo/RS

Cristiano Dietrich Ferreira

Professor do Mestrado Profissional em Nutrição e Alimentos - Universidade do Vale Rio dos Sinos, São Leopoldo/RS

Rochele Cassanta Rossi

Professora do Mestrado Profissional em Nutrição e Alimentos - Universidade do Vale Rio dos Sinos, São Leopoldo/RS

Valmor Ziegler

Professor do Mestrado Profissional em Nutrição e Alimentos - Universidade do Vale Rio dos Sinos, São Leopoldo/RS

RESUMO: Barras proteicas (B.P.) são lanches práticos, rápidos e nutritivos, disponíveis no mercado de diversos sabores e marcas. Contudo, são poucas as opções de origem estritamente vegetal. Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver barras proteicas de origem vegetal com diferentes proporções de proteína de ervilha e adicionadas de farinha de batata yacon

(*Smallanthus sonchifolius*). Foram elaboradas duas formulações que diferiram apenas pela quantidade de proteína isolada da ervilha (30,9% e 34,3%), compostas por proteína isolada da ervilha, pasta de amendoim integral, farinha de batata yacon, café solúvel, cacau em pó sem açúcar, xilitol, água e chocolate 70% cacau sem adição de leite. As duas amostras (B.P.1, contendo 30,9% de proteína isolada da ervilha e B.P.2, contendo 34,3% de proteína isolada da ervilha) e uma barra comercial de origem vegetal semelhante, foram avaliadas por 50 pessoas não treinadas, incluindo funcionários, alunos e visitantes da Universidade do Vale dos Sinos, situada no município de São Leopoldo. Além das características organolépticas, foi avaliada a intenção de compra das barras. O público participante demonstrou boa aceitação das formulações, sendo a mais pontuada dentre elas a B.P.2 com maior pontuação no quesito sabor (7,94) e índice de aceitação de 88,66%. A amostra comercial recebeu menor pontuação para aroma e sabor, sendo menos aceita em relação às demais. Os resultados obtidos demonstram que barras proteicas estritamente vegetais, incomuns a maioria das pessoas, são aceitas e podem ser parte da alimentação diária da população em geral.

PALAVRAS-CHAVE: Barras proteicas. Proteína vegetal. Lanches práticos. Aceitação

ABSTRACT: Protein bars (B.P.) are practical, fast and nutritious snacks available in the market of various flavors and brands. However, there are few options of strictly vegetable origin. Thus, the present work aimed to develop protein bars of vegetable origin with different proportions of pea protein and added with yacon potato flour (*Smallanthus sonchifolius*). Two formulations were elaborated that differed only in the amount of protein isolated from the pea (30.9% and 34.3%), consisting of whole peanut butter, yacon potato flour, instant coffee, unsweetened cocoa powder, xylitol, water, and chocolate 70% cocoa without added milk. The two samples (B.P.1 and B.P.2) and a commercial bar of similar plant origin were evaluated by 50 untrained people, including staff, students and visitors from the University of Vale dos Sinos, located in the municipality of Sao Leopoldo. In addition to the organoleptic characteristics, the purchase intention of the bars was evaluated. The participants showed good acceptance of the formulations, with the highest punctuation being the B.P.2, with the highest score for taste (7.94) and acceptance rate of 88.66%. The commercial sample received lower score for aroma and flavor, being less accepted compared to the others. The results show that strictly vegetable protein bars, uncommon to most people, are accepted and may be part of the daily diet of the general population.

KEYWORDS: Protein bars. Vegetable protein. Practical snacks. Acceptance

1 | INTRODUÇÃO

Um crescente interesse da população por alimentos saudáveis que atendam tanto as suas necessidades nutricionais, quanto a rotina exaustiva, levou as indústrias a desenvolverem barras alimentícias proteicas. (LOVEDAY et al., 2009). Foram originalmente desenvolvidas para atletas e competidores e atualmente são vendidas para um público que abrange diversas faixas etárias, profissões e tipos físicos, objetivando um lanche prático, saudável e proteico, podendo ser utilizada após o exercício físico ou em qualquer momento do dia como uma pequena refeição. (FREITAS, 2006).

Além disso, de acordo com Trier (2012), as barras ricas em proteína diminuem a glicemia pós-prandial, quando comparadas com barras de cereais ricas em carboidrato, melhorando o controle glicêmico e aumentando o período de saciedade. O crescimento e popularização das barras proteicas levaram as empresas a desenvolverem novas formulações, com o objetivo de atender às necessidades dos consumidores. (SPARTKMAN, 2019). Assim surgiram as opções de origem vegetal, como uma forma de abranger o público que, por necessidade ou escolha, não se beneficia de ingredientes de origem animal. (VEGGI, 2019).

A crescente tendência da população em aderir uma dieta vegetariana estrita, relatada por Allende (2017), incentivou as indústrias alimentícias a desenvolverem barras proteicas de origem vegetal, a fim de abranger maior público consumidor. Até

o presente momento, a composição das barras proteicas vegetais disponíveis no mercado se limita ao uso de proteínas de ervilha e de arroz. Estas costumam apresentar características sensoriais provenientes das proteínas vegetais que as compõem como o sabor residual e a textura levemente arenosa, diferentemente de barras proteicas de origem animal. Ainda possuem pouca variedade em relação à marca e a sabores, sendo pouco diversificadas quando comparadas às barras proteicas de origem animal. (PEREIRA et al., 2017)

Segundo Pereira et al. (2017), a proteína da ervilha apresenta um ótimo perfil de aminoácidos, podendo ser comparada com a proteína animal no quesito qualidade nutricional. Vegetarianos, idosos ou aqueles que possuem algum grau de intolerância à lactose, alergia à proteína do leite de vaca ou do ovo, podem utilizá-la para a manutenção ou aumento ou de massa muscular. Em termos de absorção e disponibilidade no organismo para o aumento de massa muscular, a proteína de ervilha é proporcionalmente eficaz quando comparada a proteína do soro do leite ou *whey protein*. (PEREIRA et. al, 2017).

Outro alimento vegetal que se destaca por seu potencial benéfico a saúde é a batata yacon (*Smallanthus sonchifoliu*). Uma raiz, da espécie *Asteraceae*, que ficou conhecida por volta dos anos 2000, onde era chamada de “batata diet”, devido ao seu baixo teor calórico e a expressiva quantidade de inulina presente em sua composição. (SANTANA, 2008). As raízes de Yacon também possuem poder antioxidante, que auxilia a combater os radicais livres provenientes da alimentação ou de fatores ambientais estressantes ao organismo. (CASTRO et al., 2012). A farinha da batata yacon possui ainda ação prebiótica, sendo benéfica à saúde do organismo de modo geral, mas atuando principalmente no intestino (VANINI et al., 2009).

Nesse contexto, considerando a necessidade de aumentar a gama de produtos proteicos a base de vegetais, este estudo teve como objetivo desenvolver barras proteicas de origem vegetal com diferentes proporções de proteína de ervilha, adicionadas de farinha de batata yacon e avaliar suas propriedades sensoriais e nutricionais, comparando-as com barra proteica de origem vegetal comercial.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Insumos utilizados

Para a produção das barras proteicas de origem vegetal, foi utilizada como controle uma barra proteica vegetariana estrita comercial, adquirida no comércio local, contendo o mesmo sabor e base proteica das formulações produzidas. Esta barra foi denominada de comercial.

Foram elaboradas duas formulações experimentais, a B.P.1, contendo 30,9% de proteína isolada da ervilha e B.P.2, contendo 34,3% de proteína isolada da ervilha. As amostras tiveram como base proteica a proteína da ervilha isolada, fonte primordial

de proteína das barras, complementada pela proteína presente no restante dos ingredientes.

Ambas as amostras foram compostas por: proteína isolada da ervilha em proporções diferentes e pasta de amendoim, farinha de batata yacon, xilitol, cacau, café solúvel e água em proporções iguais. Foram ao forno pré-aquecido a 180°C e assadas a 150°C por 15 minutos. Foi utilizado chocolate 70% cacau, sem adição de leite, para cobrir as amostras depois de assadas. O sabor de ambas foi café com chocolate, mesmo sabor utilizado para a escolha da barra proteica comercial usada para comparação.

Todos os insumos utilizados foram adquiridos no comércio local, de marcas legalizadas.

2.2 Formulação das barras proteicas de origem vegetal

As formulações elaboradas são descritas e podem ser conferidas na tabela 1, abaixo.

Tabela 1- Formulação das barras proteicas vegetais.

Ingredientes	Comercial	B.P.1 (g)	B.P.2 (g)
Proteína de ervilha isolada	X	21	24,5
Pasta de amendoim	X	12	12
Farinha de batata yacon	X	5	5
Cacau	X	1	1
Café solúvel	X	1	1
Xilitol	X	3	3
Água mineral	X	15	15
Chocolate 70%	X	10	10
Total Peso Cru (g)	X	68	71,5
Total Peso Assado(g)	X	68	71,5

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

2.3 Preparo das barras proteicas de origem vegetal

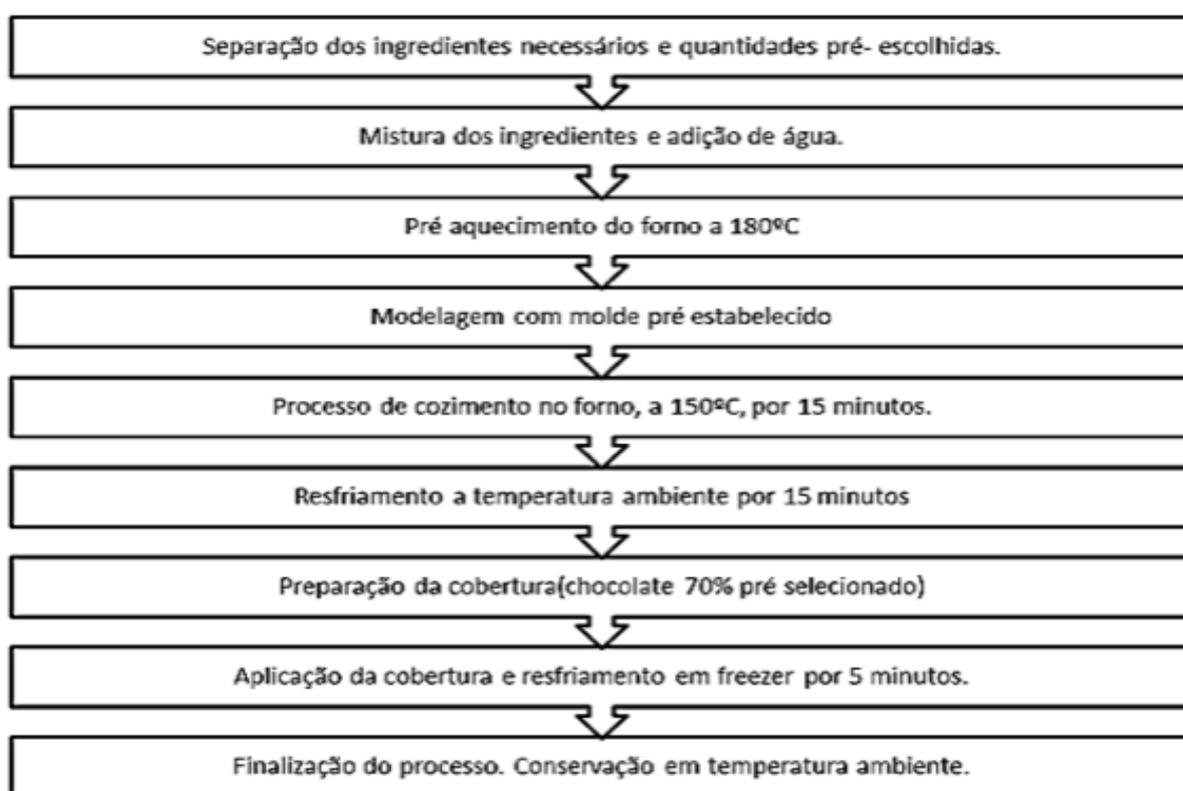
Após os ingredientes serem devidamente pesados, foram dispostos em um recipiente limpo e adicionados de água. Todos os ingredientes foram misturados manualmente até a mistura atingir consistência pastosa. Após alcançada a homogeneidade, a mistura foi disposta em moldes de silicone, os quais tinham o

tamanho e formato equivalente ao da barra comercial, para que se assemelhassem tanto no tamanho, quanto na aparência.

Posteriormente, foram colocadas ao forno para assar, por aproximadamente 15 minutos. Depois da cocção, as amostras permaneceram por 10 minutos em temperatura ambiente, até ocorrer o resfriamento. Então, foi adicionada a cobertura, composta apenas de chocolate 70% cacau derretido em banho-maria. Após este processo, as amostras foram levadas ao freezer por aproximadamente 5 minutos, até endurecer o chocolate. Finalizado o processo, foram armazenadas em temperatura ambiente.

Todos os ingredientes foram pesados com balança digital de alimentos. O processo de fabricação está esquematizado no fluxograma abaixo (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma das barras proteicas vegetais



Fonte: Elaborado pelo autor. (2019)

2.4 Avaliação nutricional das barras

A avaliação nutricional das barras levou em consideração a tabela nutricional da barra comercial utilizada, para que fossem semelhantes. A mesma continha 20g de proteína por porção de 70g. As amostras foram desenvolvidas levando em consideração estas informações, assim como os demais macronutrientes e micronutrientes.

Para os cálculos da tabela nutricional das amostras, foram utilizadas as informações nutricionais contidas na embalagem dos ingredientes, considerando que: 1 g de proteína = 4 kcal; 1 g de carboidrato = 4 kcal e 1 g de lipídios = 9 kcal.

A tabela foi elaborada conforme as regras da ANVISA, onde o rótulo deve conter,

além do valor energético e do conteúdo de nutrientes, o percentual de valores diários (%VD), baseados em uma dieta de 2000kcal.

2.5 Análise sensorial

Para a realização da análise sensorial, o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Unisinos, sendo aprovado e registrado pelo número 16640719.6.0000.5344. As avaliações sensoriais foram realizadas de acordo com o método descrito por Minin (2006). Cinquenta pessoas não treinadas, incluindo funcionários, alunos e visitantes da Universidade, participaram do estudo. Todos os participantes receberam e assinaram o Termo de Livre Consentimento Esclarecido, (TCLE), que citava todos os ingredientes contidos nas amostras, o objetivo do estudo e informações dos envolvidos no trabalho.

Os painelistas que participaram do ensaio tinham entre 18 e 60 anos, de ambos os sexos (sexo masculino e feminino). Cada painalista foi questionado antes do ensaio para verificação da existência de alergia a algum dos ingredientes presentes nas amostras. Caso a resposta fosse positiva, seria excluído imediatamente da análise sensorial. Se, mesmo após a eliminação, durante a degustação, algum painalista apresentasse qualquer tipo de sintoma (processos alérgicos), o mesmo seria imediatamente encaminhado, com uma ambulância, para o ambulatório da Unisinos e/ou para uma unidade básica de saúde mais próxima.

Os painelistas avaliaram quanto à impressão visual e degustativa das barras produzidas. O painel foi estruturado usando-se as duas amostras produzidas e uma comercial, codificadas aleatoriamente por 186, 345 e 593, sendo a 186 aquela produzida com 30,9% de proteína de ervilha (B.P.1), a 345 a amostra comercial e a 593 a amostra com 34,3% de proteína de ervilha (B.P.2).

Também foram avaliadas a intenção de compra e aceitação das barras. A intenção de compra foi determinada em uma escala de 5 pontos, onde 1 corresponde a “definitivamente não compraria” e 5 corresponde a “definitivamente compraria”. Na aceitação foi avaliado o aroma, sabor, cor e textura utilizando uma escala hedônica não paramétrica de 9 pontos, na qual os extremos correspondem; (1) “desgostei muitíssimo” e (9) “gostei muitíssimo”.

Os dados obtidos para a aceitabilidade (impressão global) foram utilizados para determinar o Índice de Aceitabilidade (IA), calculado pela seguinte fórmula: $IA\% = A \times 100/B$, onde A é a nota média obtida pelo produto e B a nota máxima dada ao produto (9). Para que seja considerado aceito sensorialmente, o IA do produto deve ser maior ou igual a 70%, conforme ressalta Dutcoski (1996).

2.6 Análise Estatística

Os resultados obtidos foram tabelados e a média e o desvio padrão calculados. Através do teste de Tukey, as médias foram comparadas a um nível de significância de 5% e análise de variância (ANOVA).

3 | DISCUSSÃO E RESULTADOS

3.1 Informações nutricionais das barras

As informações nutricionais das amostras constam na tabela 2, a seguir:

Tabela 2- Informação nutricional das barras proteicas

Quantidade e por porção	Informação nutricional por porção de 70g					
	Barra proteica comercial		Barra proteica vegetal 1 (30,9%)		Barra proteica vegetal 2 (34,3%)	
		VD%		VD%		VD%*
Energia (kcal)	266	13%	215	11%	226	11%
Carboidrato(g)	28	9%	13	4%	13	4%
Proteína(g)	20	27%	19	28%	22	29%
Gorduras totais(g)	12	22%	12	22%	12	22%
Gorduras						
Saturadas(g)	3	14%	3,2	15%	3,2	15%
Gorduras Trans(g)	0	**	0	**	0	**
Fibras Totais(g)	10	40%	7,2	29%	7,2	29%
Fibras Solúveis(g)	0	**	1,3	**	1,3	**
Na(mg)	210	9%	252	11%	294	12%

(*)% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. (**) VD não estabelecido.

Elaborado pelo autor (2019)

Ao analisar os dados presentes na tabela 2, pode-se observar que as amostras B.P.1 e B.P.2 forneceram menos calorias (215 kcal e 226 kcal, respectivamente) quando comparadas com a barra proteica comercial (266 kcal) na porção de 70g. Porém, apesar do valor energético reduzido, a B.P.2 se destacou, fornecendo maior quantidade de proteína dentre as demais (29% da proteína diária recomendada, baseada em uma dieta de 2000 kcal). O teor de carboidratos fornecido por ambas (B.P.1 e B.P.2) também é menor (4%) quando comparado com a amostra comercial (9%). Todas as barras ofereceram o mesmo teor de gordura total (22%). As amostras elaboradas obtiveram resultados satisfatórios quando comparadas a barra proteica vegetal comercial, uma vez que foi reduzido o valor energético, sem prejudicar o aporte proteico das barras.

Santos (2008), obteve resultados semelhantes ao elaborar uma barra proteica a partir da castanha do Pará que fornecia 20% da energia diária recomendada e continha aproximadamente 28,09% de proteína, 32,15% de carboidrato, 12,22% de

lipídio e 9,85% de fibras. Em outro estudo, realizado por Freitas (2006), a formulação final de uma barra proteica funcional de cereais, ofereceu 15,31% de proteína, 74% de carboidratos, 4,0% de fibras totais, 5,64% de gorduras totais, mostrando que as barras de cereais fornecem menor aporte de proteínas e maior conteúdo de carboidratos, quando comparado as barras proteicas.

Em um estudo realizado por Gutkoski (2007), foram elaboradas barras de cereal à base de aveia com alto teor de fibra alimentar que apresentaram valor reduzido de calorias (média de 306,33 kcal/ 100g) e lipídios (média de 5,53g /100g) e altos teores de fibras alimentares (média de 15,65g /100g) quando comparadas às barras de cereal comerciais.

3.2 Propriedades sensoriais

As notas atribuídas pelos participantes do estudo às formulações das barras proteicas vegetais, quanto à aceitação para cada atributo, estão apresentadas na Tabela 3, abaixo.

Tabela 3. Propriedades sensoriais das barras proteicas

Amostra	Cor	Aroma	Textura	Sabor
Comercial	8,02 ± 1,17 a*	7,32 ± 1,61 b	7,26 ± 1,73 a	7,08 ± 1,84 b
B.P.1	8,02 ± 1,06 a	7,98 ± 1,06 a	7,34 ± 1,53 a	7,44 ± 1,70 ab
B.P.2	8,28 ± 0,88 a	8,08 ± 1,30 a	7,62 ± 1,18 a	7,94 ± 1,07 a

* Médias aritméticas simples de 50 repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A análise das características sensoriais das barras demonstrou que a barra proteica composta por 34,3% de proteína de ervilha isolada (B.P.2) ofereceu melhor sabor em relação às demais. Já a barra comercial, diferiu ($p \leq 0,05$) negativamente das amostras B.P.1 e B.P.2 no atributo aroma e da amostra B.P.2 no atributo sabor. Em relação à textura e cor, não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$), contudo, observa-se que a B.P.2 obteve novamente maior pontuação do que as demais formulações.

Um estudo semelhante foi realizado por Martini et al. (2015), onde foram avaliadas quatro preparações distintas de barras alimentícias: sem adição de *whey protein* (padrão) e com adição de 20%, 30% e 40% de *whey protein*, reduzindo, na mesma proporção, os demais ingredientes. Todas obtiveram resultados satisfatórios quanto a características sensoriais e intenção de compra, sem diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre elas.

3.3 Intenção de compra das barras proteicas vegetais

Os dados levantados sobre a intenção de compra das amostras ofertadas aos participantes do estudo estão apresentados na tabela 4, a seguir.

Tabela 4. Intenção de compra das barras proteicas de origem vegetal

Amostra	Intenção de compra
Comercial	3,74 ± 1,42 a*
B.P.1	3,80 ± 0,96 a
B.P.2	4,28 ± 0,97 a

* Médias aritméticas simples de 50 repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme descrito na tabela 4, todas as amostras obtiveram resultados positivos em relação à intenção de compra, sem diferenças significativas entre si. Ao analisar os valores, pode-se observar que a barra B.P.2 se sobressaiu em relação às demais, obtendo maior pontuação para intenção de compra.

Dutkoski (2007) elaborou barras de cereal a base de aveia contendo 70% de ingredientes secos e 30% de agentes ligantes com variação no teor de açúcar na calda e concentração de fibra alimentar. Os resultados demonstraram que a intenção de compra diminuiu com o aumento do teor de fibra alimentar e aumentou proporcionalmente à concentração de açúcar na calda.

3.4 Aceitação das barras proteicas de origem vegetal

O índice de aceitação das amostras está descrito na tabela 5, abaixo:

Tabela 5. Aceitação das barras proteicas de origem vegetal

Amostra	Índice Aceitação (%)
Comercial	82,44 ± 14,50 b*
B.P.1	85,50 ± 11,11 ab
B.P.2	88,66 ± 9,72 a

* Médias aritméticas simples de 50 repetições ± desvio padrão, seguidas por diferentes letras minúsculas na mesma coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Conforme descrito na tabela 5, a amostra B.P.2 apresentou 88,66% de Índice de Aceitação (IA), sendo significativamente melhor aceita ($p \leq 0,05$), quando comparada com a formulação comercial, sem diferença significativa da formulação B.P.1. A amostra B.P.1 se sobressaiu quando comparada a amostra comercial, apresentado 85,50% de aceitação, porém sem diferença significativa ($p \geq 0,05$). A amostra comercial foi a que obteve menor aceitação, 82,44%.

Ferreira (2018) elaborou barras de cereal acrescidas de colágeno hidrolisado, com 16% de colágeno e obteve menor aceitação e menor intenção de compra quando comparada com a barra de cereal controle (isenta de colágeno). O autor explica no estudo que os resultados podem ter sido influenciados devido à textura crocante que o colágeno proporcionou às barras, que desagradou o público participante. Esses resultados mostram que as barras proteicas são uma boa opção de produção para agregar valor proteico e obter boa aceitação.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que a barra proteica elaborada com 34,3% de proteína isolada da ervilha (B.P.2), obteve maior aceitação e índice de compra que as demais, além fornecer menor valor calórico e maior aporte proteico. A barra elaborada com 30,9% de proteína isolada da ervilha (B.P.1) obteve resultados semelhantes, mas fornecendo menos calorias. A barra comercial foi a que recebeu menor pontuação no quesito sabor e aroma, sendo menos aceita pelos participantes do estudo.

Portanto, as barras elaboradas no presente trabalho obtiveram aceitação superior à barra comercial, demonstrando que é possível elaborar uma barra proteica apenas com ingredientes vegetais com boa aceitação do público geral, reduzindo o valor calórico, possibilitando novas escolhas de lanches saudáveis.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução de diretoria colegiada – rdc nº 18, de 27 de abril de 2010 Dispõe sobre alimentos para atletas. Disponível em: http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_18_2010_COMP.pdf/1f6e1baf-fd83-4408-8e97-07578fe3db18. Acesso em: 30 Mai. 2019.

ALLENDE, Daniela Rojas; DÍAZ, Francisca Figueras; AGÜERO, Samuel Durán. **Ventajas y desventajas nutricionales de ser vegano o vegetariano.** Revista chilena de nutrición, Santiago, v.44, n.3. 2017. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182017000300218. Acesso em: 2 Mayo 2019.

CASTRO, Alejandra et. al. **Antioxidants in yacon products and effect of long term storage.** Ciência de Tecnologia de Alimentos, Campinas, n.3, v. 32, jul/set 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612012000300003&script=sci_arttext . Acesso em: 03 Mai 2019.

FERREIRA, P. M.; ROBERTO, B. S.; CAMISA, J. **Caracterização e Aceitabilidade de Barras de Cereais Enriquecidas com Colágeno Hidrolisado.** Revista Virtual de Química. Arapongas, n. 1, v. 10, p.155-171, mar. 2018. Disponível em: <http://rvq.s bq.org.br/imagebank/pdf/v10n1a14.pdf>. Acesso em: 01 Nov.2019.

FREITAS, Daniela G. C; MORETTI, Roberto H. **Barra de cereais de elevado teor protéico e vitamínico: estabilidade enzimática e das vitaminas c e e durante armazenamento.** Archivos Latino Americanos de Nutricion, Caracas, v. 56, n. 3, 2006. ISSN 0004-0622. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S000406222006000300010. Acesso em: 04 Out. 2019.

GUTKOSKI, Luiz Carlos; BONAMIGO, Jane Maria de Almeida; TEIXEIRA, Débora Marli de Freitas; PEDÓ, Ivone. **Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar.** Ciência de Tecnologia Alimentar. Campinas, n,27, v.2, p. 355-363, Abr./Jun. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n2/24.pdf>. Acesso em: 03 Nov. 2019.

LOVEDAY, Simon M. et,al, **Physicochemical changes in a model protein bar during storage.** Food Research International. New Zealand, n. 7, v. 42, p. 798-806. 2009.

MARTINI, G.L. et. al. **Elaboração e aceitabilidade de barras alimentícias adicionadas de**

proteínas do soro do leite. 5º Simpósio de Segurança Alimentar. Bento Gonçalves. 2015. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/sbctars-eventos/gerenciador/painel/trabalhosversaofinal/SAL336.pdf>. Acesso em: 04 Nov. 2019.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores.** 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 332 p.

PEREIRA, Maria Carolina, et.al. **Análise do teor de proteínas e rotulagem de barras proteicas.** Anais do EVINCI – UniBrasil, Curitiba, n.1, v.3, p. 256-256, out. 2017. Disponível em: <http://portaldeperiodicos.unibrasil.com.br/index.php/anaisvinci/article/view/3230> . Acesso em: 30 Set. 2019.

PEREIRA, Renato Felipe, et.al. **Suplementação da proteína da ervilha como fonte alternativa para hipertrofia muscular.** Revista EFDeportes. Buenos Aires, n. 233, ano 22, out. 2017. Disponível em: <https://www.efdeportes.com/efd233/suplementacao-da-proteina-da-ervilha-para-hipertrofia.htm> .Acesso em: 26 Out. 2019.

PEUCKERT, Yanna Paz et. al. **Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de proteína texturizada de soja e camu-camu (myrciaria dúbia).** Alimentos e Nutrição. Araraquara, n. 1, v.21, p. 147-152, jan./mar. 2010. ISSN 0103-4235. Disponível em: <http://serv.bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/view/1400/922>. Acesso em: 05 Mai 2019.

SANTOS, Orquídea Vasconcelos. **Desenvolvimento de barras de alto teor protéico a partir da castanha-do-brasil.** 2008. Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, Belém, 2008. Disponível em: <http://ppgcta.proesp.ufpa.br/ARQUIVOS/dissertacoes/2008/Orqu%C3%ADdea%20dos%20Santos.pdf>. Acesso em: 25 Out. 2019.

SLYWITCH, Eric. **Guia alimentar de dietas vegetarianas para adultos.** São Paulo: Departamento de Medicina e Nutrição Sociedade Vegetariana Brasileira, 2012. E-book. Disponível em: <https://www.svb.org.br/livros/guia-alimentar.pdf> . Acesso em: 25 Mai 2019.

SPARKMAN, Kristen; JOYNER, Helen S. **Impact of formulation on high-protein bar rheological and wear behaviors.** Journal of Texture Studies. 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/jtxs.12455#accessDenialLayout> Acesso em: 10 Out. 2019.

TEIXEIRA, Natália de Carvalho. **Análise sensorial de alimentos como ferramenta para o desenvolvimento de novos produtos.** Revista Pensar. [2009?]. Disponível em: http://revistapensar.com.br/gastronomia/pasta_upload/artigos/a11.pdf. Acesso em: 20 Maio 2019.

TRIER, Catharine M.; JOHNSTON, Carol S. **Research reportIngestion of nutrition bars high in protein or carbohydrate does not impact24-h energy intakes in healthy young adults.** Appetite, v. 59, n. 3, p. 778–781. 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195666312002723?via%3Dihub>. Acesso em: 30 Set. 2019.

VANINI, Marisa et. al. **Relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana.** Ciência Cuidado e Saúde. v.8, p.92-96. 2009. ISSN 1984-7513. Disponível em: <http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/CiencCuidSaude/article/view/9723/5536> Acesso em: 03 Mai. 2019.

VEGGI, Natalie et. al. **Quality of high-protein diet bar plus chia (Salvia hispanica L.) grain evaluated sensorially by untrained tasters.** Food Science and Technology. Campinas, v.38 supl.1. Dez. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/fst.22317>. Acesso em: 05 Set. 2019.

ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE DOCE LEITE DE CABRA *LIGHT*

Data de submissão: 29/01/2010

Data de aceite: 27/02/2020

Darkianne Leite da Silva

Nutricionista pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB).

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4771052058579969>

Maria Aurilene Feitosa de Moura Gonçalves

Nutricionista pela Universidade Federal do Piauí (UFPI). Campus Senador Helvídio Nunes de Barros (CSHNB).

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6457088092979530>

Paulo Víctor de Lima Sousa

Nutricionista. Professor do Curso de Nutrição da Faculdade Maurício de Nassau – FAP. Mestre em Alimentos e Nutrição (PPGAN/UFPI). Pós-graduando em Fitoterapia Aplicada à Nutrição (UCAM).

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1900256140724711>

Natália Quaresma Costa Melo

Nutricionista. Mestre em Alimentos e Nutrição (PPGAN/UFPI). Pós-graduada em Nutrição Clínica e Funcional (UNIFSA).

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4029163382052876>

Nara Vanessa dos Anjos Barros

Nutricionista. Professora do Curso de Nutrição (UFPI/CSHNB). Mestre e Doutora em Alimentos

e Nutrição (PPGAN/UFPI). Pós-graduada em Nutrição Clínica e Funcional (UNIFSA).

Link para o Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8806506159892654>

E-mail: nara.vanessa@hotmail.com

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi elaborar um doce *light* de leite de cabra e analisar a aceitação sensorial e preferência do produto. Foram elaboradas duas formulações de doce, sendo uma padrão (controle) e F1 (*light*), esta com adição do edulcorante e pectina. As amostras de doce de leite foram analisadas utilizando-se os testes afetivos de escala hedônica e pareado preferência. Pode-se observar que tanto a amostra padrão como a *light* de doce de leite de cabra apresentaram uma boa aceitação global e intenção de compra, e não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre as mesmas. Diante disto, o produto desenvolvido apresentou uma boa aceitação e viabilidade para a comercialização, além de apresentar uma redução no teor de carboidratos, podendo ser consumido pela população que aprecia o seu sabor, tornando-se uma opção para os indivíduos que necessitam de alimentos para fins especiais ou que buscam uma alimentação mais saudável.

PALAVRAS-CHAVE: Leite; Alimento *Light*; Edulcorante

ABSTRACT: The objective of the present work was to elaborate a goat milk sweet light and to analyze the sensory acceptance and preference of the product. Two sweet formulations were made, one standard (control) and F1 (light), with the addition of sweetener and pectin. The sweet milk samples were analyzed using affective hedonic scale test and paired preference. It can be observed that both the standard and the light sample of goat milk sweet light presented a good overall acceptance and purchase intention and did not show significant difference ($p < 0.05$) between them. Given this, the product developed presented a good acceptance and viability for commercialization, besides presenting a reduction in the carbohydrate content, being able to be consumed by the population that appreciates its flavor, becoming an option for the individuals who need food for special purposes or for those seeking a healthier diet.

KEYWORDS: Milk; Light Food; Sweetener.

1 | INTRODUÇÃO

O leite de cabra e seus derivados têm conquistado importância na área de produtos lácteos, por apresentar características saudáveis ao consumidor, como: fácil digestão, menor teor de colesterol e açúcar, sendo muito indicado para crianças e pessoas com algum tipo de intolerância alimentar (CORREIA; CRUZ, 2006).

O leite de cabra apresenta como principais proteínas a β -lactoglobulinas, α -lactoalbuminas e imonoglobulinas, os quais são valiosas do ponto de vista nutricional, pois apresenta vários aminoácidos essenciais equilibrados de acordo com os requisitos da Organização para a Alimentação e Agricultura das Nações Unidas-FAO (CASSANEGO et al., 2012).

Dessa forma, o leite de cabra apresenta-se rico em gorduras, proteínas, vitaminas e sais minerais; as proteínas são iguais às encontradas no leite de vaca (α -caseína, β -caseína, K-caseína e γ -caseína, parte coagulável das proteínas e proteínas solúveis não coaguláveis, que são: β -lactoglobulina e α -lactalbumina). A porção lipídica deste leite é de 28% de glóbulos de gordura com diâmetro igual ou inferior a 1,5 microns enquanto o leite de vaca apresenta 10% desses glóbulos de gordura, característica que confere alta digestibilidade diminuindo o tempo de residência no trânsito intestinal (CORREIA; BORGES, 2009; HAENLEIN, 2004).

O doce de leite é um produto lácteo produzido basicamente a partir da desidratação do leite líquido e/ou reconstituído, no qual é adicionada a sacarose e submetido às condições de temperatura e pressão, podendo variar de acordo com o fabricante. O bicarbonato de sódio também pode ser adicionado no momento do preparo do doce de leite com o intuito de promover a coloração amarronzada, típica de compostos gerados a partir reação de *Maillard*, que é favorecida quando o pH do doce de leite se encontra entre 6,0 e 7,0. Além disso, essa adição impede o desenvolvimento de grumos resultantes da desestabilização da caseína, produzida quando compostos

ácidos são concentrados durante o processo de evaporação (PERRONE; STEPHANI; NEVES, 2011).

Esse produto tem como característica uma coloração marrom, sabor e aroma típicos, que são resultantes da Reação de *Maillard*, que provoca o escurecimento no alimento decorrente da descoloração provocada pela reação entre carbonila e os grupos amina livre, incidindo o desenvolvimento do pigmento melanoidina. Assim, esta reação decorre da complexação dos aminoácidos presentes no leite e dos açúcares redutores (ALBURQUERQUE et al., 2011).

Atualmente, existem também doce de leite na versão diet e *light*, sendo utilizada uma formulação mais complexa, para que nesta opção o produto adquira um bom corpo, sabor, doçura e rendimento característicos da versão tradicional. Já para conferir corpo ao doce podem-se utilizar fibras solúveis, polidextroses, fruto oligossacarídeos, gelatina, pectina, entre outros. Outra opção é o doce de leite de soja para consumidores intolerantes à lactose (GARCIA; CARVALHO, 2011).

Sabendo que o leite de cabra é um alimento de elevado valor nutritivo e, no entanto, pouco consumido pela população brasileira, sendo às vezes desperdiçado, a utilização dessa matéria-prima para o desenvolvimento de novos produtos surge como uma opção de aproveitamento, valorizando assim seus benefícios, já que o mesmo possui excelentes quantidades de macro e micronutrientes, além de uma melhor digestibilidade. Assim, este trabalho se propôs a desenvolver um doce *light* de leite à base de leite de cabra.

2 | METODOLOGIA

O leite de cabra foi obtido utilizando-se três animais da raça comum, pertencentes à localidade 'Quem Diria' da cidade de Jatobá-PI. As cabras foram alojadas em uma área com dimensões de 5,0 X 10,0 m, contendo bebedouro e comedouro. A alimentação foi constituída de capim e suplemento mineral específico para cabras. As amostras de leite foram obtidas por meio de ordenha manual e higiênica e então envasadas em potes plásticos de polietileno individuais de 1 litro, os quais foram armazenados sob refrigeração (7°C), até a hora da sua utilização. As demais matérias-primas utilizadas na elaboração do produto que incluíram o açúcar demerara, o edulcorante Esteviosídeo e pectina foram obtidos no comércio varejista da cidade de Picos-PI.

Foram elaboradas duas formulações de doce, sendo a padrão P (controle), em que se utilizou o leite de cabra e açúcar demerara como matérias-primas. Já na F1, foi utilizado o leite de cabra, açúcar demerara, edulcorante esteviosídeo e pectina para a possível manutenção de textura e cor do doce, no qual as proporções foram testadas até a obtenção de um produto viável sensorialmente para posteriores análises sensoriais pelos assessores. A F1 apresentou redução superior a 25% no teor de carboidratos, podendo ser considerada *light* para este macronutriente.

Após a obtenção do leite de cabra, o mesmo foi coado, colocado em uma panela, o qual foi submetido ao fogo em uma temperatura de 120°C. Para a formulação P, após iniciar a fervura, adicionou-se o açúcar demerara. Já para a para a formulação F1 (*light*), foi adicionada após a fervura do leite, o açúcar demerara, o edulcorante e a pectina, necessitando de homogeneização com o auxílio de uma concha. O processo de cocção teve duração em torno de 2 horas, até que se obtivesse um ponto desejável. Posteriormente, ao preparo das formulações P (controle) e F1 (*light*), estas foram retiradas das panelas e colocadas em recipientes de vidro até o resfriamento. Após essa etapa, os doces foram armazenados em recipientes de vidro com tampas, ao abrigo de luz, em temperatura ambiente, até o momento das análises.

O painel sensorial foi realizado no Laboratório de Análise Sensorial de Alimentos da Universidade Federal do Piauí - CSHNB. A aplicação dos testes ocorreu das 9h da manhã até as 14h da tarde. Os testes sensoriais foram realizados com 100 provadores não treinados. As amostras foram servidas em copos descartáveis de 50 mL, codificados com três dígitos, com quantidades padronizadas (25 g), acompanhados de uma colher descartável e água filtrada natural, para limpeza do palato entre a avaliação das amostras. Foi utilizado o delineamento de blocos completos, de forma monádica, sendo que todos os assessores avaliaram as amostras do produto, e a ordem de apresentação foi balanceada, de forma que cada amostra foi apresentada em igual número de vezes e em cada posição, conforme recomendado. As fichas sensoriais foram entregues aos assessores no momento do teste.

Para analisar a aceitação dos produtos, foi aplicado o teste de Escala Hedônica, onde os assessores julgaram as amostras e atribuíram notas que variaram de 1 a 9 ao produto, sendo para o requisito desgostei muitíssimo (nota 1) a gostei muitíssimo (nota 9). Na análise de preferência, utilizou-se o teste de comparação pareada, o qual as amostras foram apresentadas aos pares, e solicitado ao assessor que escolhesse a amostra de sua preferência. Avaliou-se também a intenção de compra dos produtos, com uma escala que variou entre 1 (certamente não compraria) e 5 (certamente compraria).

Calculou-se ainda, o Índice de Aceitabilidade (IA) do produto, pela fórmula, $IA = A/B \times 100$, onde A = Nota média obtida para o produto e B = Nota máxima dada ao produto. Para que um produto seja considerado bem aceito pelos assessores, o IA deve ser > 80% (DUTCOSKY, 2011).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética foi submetido e aprovado em seus aspectos éticos e metodológicos pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFPI (parecer de nº 0178.0.045.000-09). Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) antes da realização da análise sensorial. Os resultados foram expressos como a média das três repetições e respectivo desvio-padrão (DP) e submetidos à análise de variância (ANOVA) seguido pelo teste de *Tukey* com nível de significância de 5% ($p < 0,05$). Para tal, utilizou-se o programa estatístico Assisat versão 7.7. Além disso, alguns resultados foram expressos na forma de médias e

porcentagens, em tabelas e/ou gráficos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise sensorial das duas formulações de doce de leite de cabra, relacionadas à aceitação global obtida pela escala hedônica, intenção de compra e índice de aceitabilidade estão apresentados na Tabela 1.

Testes	Formulações	
	Padrão	F1
Aceitação global	7,2a	7,4 ^a
Intenção de compra	3,9a	4,2 ^a
Índice de aceitabilidade (%)	80,0	82,0

Tabela 1 – Médias de notas de aceitação global, intenção de compra e índice de aceitabilidade de formulações padrão e *light* de doce de leite de cabra.

Legenda: Letras iguais na mesma linha não apresentam diferença estatística significativa, segundo o teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar que tanto a amostra padrão como a *light* de doce de leite de cabra apresentaram uma boa aceitação global e intenção de compra, isso demonstra que não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) entre as mesmas, de acordo com o teste de *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade. Com isso, os resultados da análise sensorial dos produtos desenvolvidos foram semelhantes aos encontrados por Granda et al. (2005), que verificaram boa aceitação para o atributo impressão global dos doces do soro de leite de cabra sem açúcar.

Segundo Dutcosky (2011), para um produto ser aceito pelos assessores deve atingir uma porcentagem maior ou igual a 80% no índice de aceitabilidade (IA). Assim, pelos resultados obtidos (Tabela 1), todas as formulações avaliadas de doce de leite de cabra obtiveram bom IA.

Com relação ao IA, a formulação de doce *light* de leite de cabra obteve maior índice em comparação à amostra padrão, o que pode ser justificado pelo fato de tratar-se de um produto de sabor diferenciado, além do mais, o doce de leite no geral é um produto que grande parte da população consome. Além disso, neste estudo pode-se observar que não houve interferência com relação ao gosto residual do edulcorante que foi adicionado na formulação *light*.

Sabe-se que um produto que não apresenta boa avaliação em teste de aceitação com o consumidor, provavelmente, falhará quando for para o comércio, a despeito do *marketing* feito sobre ele, pois as características sensoriais, geralmente, estão em primeiro lugar para o consumidor.

Observa-se que, de acordo com a avaliação dos assessores (Tabela 1), a partir da análise da intenção de compra, a formulação de doce *light* de leite de cabra

obteve uma boa intenção de compra, com a média de notas situando-se na categoria “provavelmente compraria”.

As figuras 1 e 2 mostram as porcentagens de respostas do teste escala hedônica de nove pontos para análise sensorial do doce de leite de cabra padrão, bem como do doce *light* de leite de cabra, respectivamente.

Analisando-se a Figura 1, em relação aos valores hedônicos atribuídos para a amostra, pode-se verificar as maiores notas correspondentes aos critérios 9 (gostei muitíssimo), 8 (gostei muito) e 7 (gostei moderadamente), o qual obtiveram frequências de 28%, 29% e 23%, respectivamente.

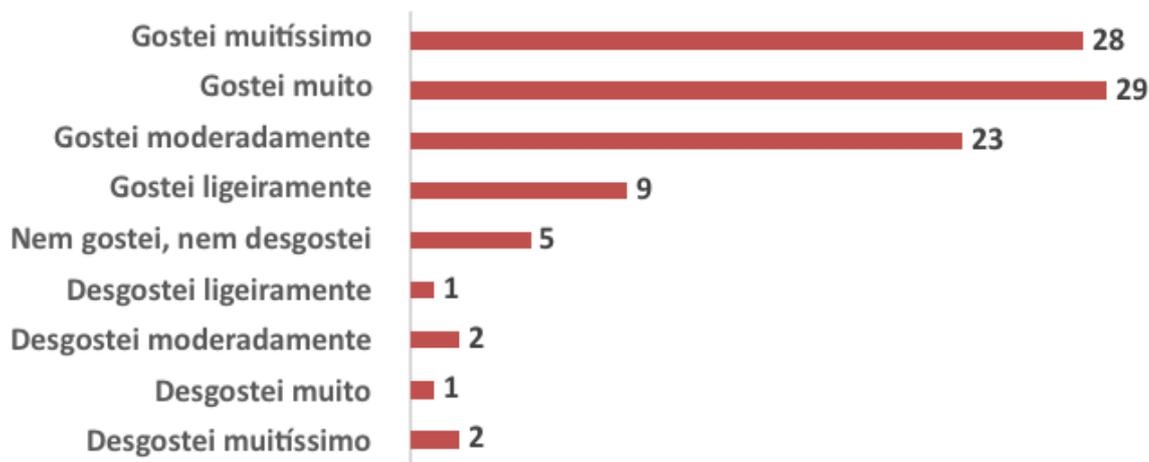


Figura 1 – Aceitação global da formulação padrão de doce de leite de cabra, segundo os escores do teste de escala hedônica de nove pontos.

Percebe-se que a formulação padrão de doce de leite de cabra, segundo o teste de escala hedônica de nove pontos, as notas “gostei muitíssimo”, “gostei muito”, “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”, atingiram um percentual de 89%. Observa-se que nos quesitos, “nem gostei, nem desgostei”, “desgostei ligeiramente”, “desgostei moderadamente”, “desgostei muito” e “desgostei muitíssimo”, representaram uma pequena parcela dos atributos avaliados, com percentual de 11%.

Já a Figura 2, apresenta o histograma com os resultados da análise sensorial do doce *light* de leite de cabra, o qual observa-se que a respectiva formulação obteve maior aceitação com elevado percentual de notas 9 (gostei muitíssimo), 8 (gostei muito), 7 (gostei moderadamente), onde proporcionaram frequências de 23%, 28% e 30%, respectivamente.

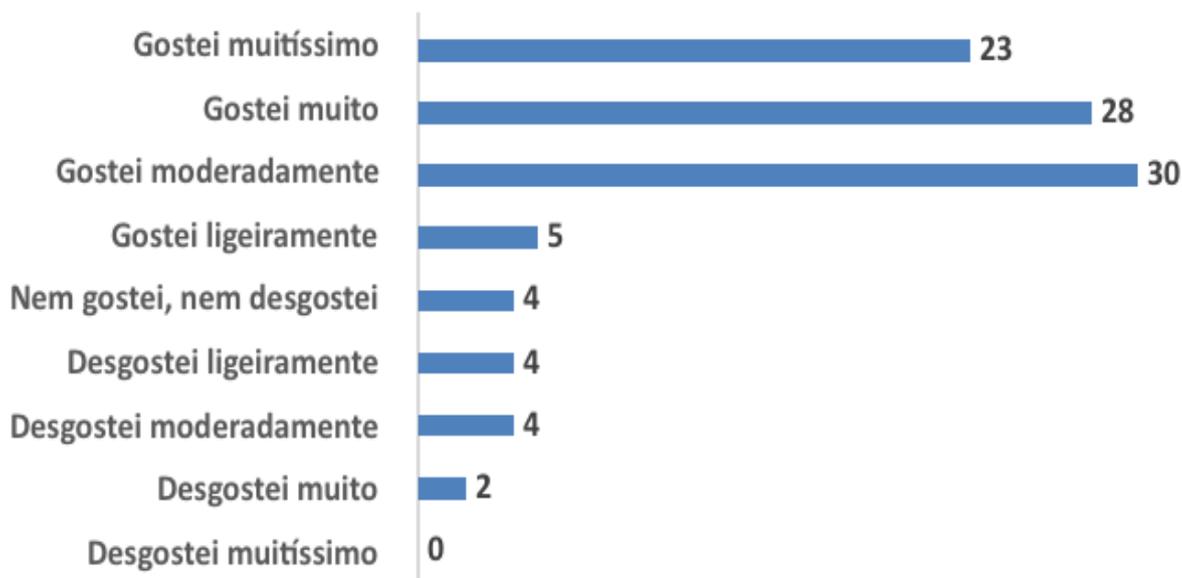


Figura 2 – Aceitação global da formulação *light* de doce de leite de cabra, segundo o teste de escala hedônica de nove pontos.

Com relação à formulação *light* de doce de leite de cabra, de acordo com o teste de escala hedônica de nove pontos, os atributos avaliados “gostei muitíssimo”, “gostei muito”, “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”, atingiram um percentual de 86% e com os demais itens, “nem gostei, nem desgostei”, “desgostei ligeiramente”, “desgostei moderadamente”, “desgostei muito”, e “desgostei muitíssimo”, representando a menor parte de 14%.

De maneira geral, a análise sensorial comprovou uma boa aceitação das formulações, tanto do doce de leite de cabra padrão, como do doce *light*, onde os maiores percentuais das respostas dos assessores oscilaram entre as notas 9 (gostei muitíssimo), 8 (gostei muito) e 7 (gostei moderadamente).

Em relação aos resultados do teste de comparação pareada, a amostra padrão foi a preferida dos assessores, com um percentual de preferência de 55%, ao passo que a formulação *light* desenvolvida obteve 45% de preferência. Por meio da tabela de distribuição χ^2 , não houve diferença estatística significativa entre as amostras a um nível de 5% de probabilidade (DUTCOSKY, 2011), apesar de mais da metade dos assessores terem preferido a formulação padrão (Tabela 2). Quanto aos comentários dos assessores observados na ficha da análise sensorial, eles justificaram a preferência pela amostra padrão relatando que a amostra em questão apresentava uma coloração mais vibrante, uma textura mais homogênea e um sabor mais doce.

Formulação	Número de assessores	%
Padrão	55	55,0
F1	45	45,0
TOTAL	100	100

Tabela 2 – Teste de comparação pareada das formulações padrão e *light* de doce de leite de cabra.

De acordo com Ferreira (2012), a diferenciação de cor no produto final pode ocorrer em função de vários fatores, dentre eles: a acidez inicial do leite, a quantidade e o momento da adição do bicarbonato de sódio, a presença de açúcares redutores além da lactose, o teor inicial e final de sólidos solúveis da calda (leite mais sacarose) e do doce de leite, respectivamente, o tempo gasto para a evaporação e a pressão de vapor utilizada nos tachos. O maior teor de sólidos solúveis no início do processo diminui o tempo de fabricação contribuindo para obtenção de um produto mais claro.

Observou-se que, para ambas as formulações, os assessores relataram em seus comentários que os doces apresentavam sabor, aroma e textura diferenciada. Com relação ao sabor, explica-se pelo sabor residual do leite de cabra, bem como pelo gosto residual do edulcorante utilizado na formulação *light*, já com relação à textura dos mesmos, justifica-se pela menor quantidade de glóbulos de gorduras presentes no leite de cabra. Mesmo com esses relatos não houve interferência significativa na aceitação do produto, tendo em vista os resultados satisfatórios observados.

De modo geral, as amostras de doce de leite de cabra apresentaram uma consistência diferenciada, menos firme, sendo um dos requisitos que os assessores relataram terem gostado em seus comentários. Segundo Bezerra (2010), esta diferença pode ser justificada pela rede estrutural frágil, bem como a formação de coágulos frágeis, característica dos derivados de leite de cabra, podendo estas características funcionarem como entraves para a produção deste tipo de derivados.

Na figura 3, é apresentado o histograma dos resultados da análise sensorial em relação à intenção de compra pela escala de cinco pontos para as duas amostras.

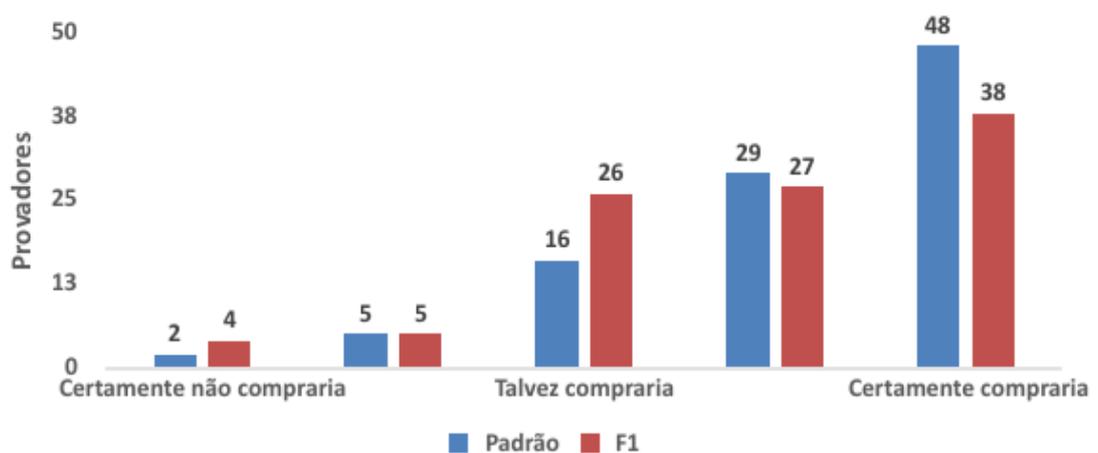


Figura 3 - Intenção de compra das formulações padrão e *light* de doce de leite de cabra.

Fazendo uma média das notas positivas 5 (certamente compraria) e 4 (provavelmente compraria), a amostra padrão de doce de leite de cabra apresentou maior média de notas correspondente à atitude positiva de compra, obtendo média

de 38,5%, enquanto que a amostra de doce light de leite de cabra apresentou 32,5%.

Em relação à intenção de compra, 48% dos assessores certamente comprariam o doce padrão de leite de cabra, 16% talvez comprariam e 4% certamente não comprariam. Para o doce *light* de leite de cabra, observou-se que 38% dos assessores certamente comprariam, 28% talvez comprariam, e 6% certamente não comprariam.

Conforme os resultados obtidos, pode-se constatar que as duas formulações obtiveram um bom índice de aceitação e intenção de compra, demonstrando assim que tanto a formulação de doce padrão de leite de cabra quanto à de doce *light* teriam grande probabilidade de aquisição, caso estivessem à venda no mercado.

4 | CONCLUSÕES

O doce de leite é um produto bastante consumido por grande parte da população em geral, diante disso, o doce *light* de leite de cabra surge como um alimento que proporciona aos consumidores uma característica diferenciada por ser um produto *light*. De acordo com as características sensoriais, o produto desenvolvido apresentou uma boa aceitação e viabilidade para a comercialização, além de apresentar uma redução no teor de carboidratos, podendo ser consumido pela população que aprecia o seu sabor, tornando-se uma opção para os indivíduos que necessitam de alimentos para fins especiais ou que buscam uma alimentação mais saudável.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A.; CIRINO, A. C.; MARTINS, C.; GOMES, M. Influência do tipo de açúcar nas propriedades organolépticas do doce de leite. **Nutrire**, v. 36, n. 2, p. 60-60, 2011.

CASSANEGO, D. B.; GUSSO, A. P.; MATTANNA, P.; SILVA, S. V.; PELLEGRINI, L. G. Características físico-químicas e sensoriais de bebida láctea de leite de cabra. **Synergismus scyentifica**, São Paulo, v. 7, n.1, p. 22, 2012.

CORREIA, R. T. P.; BORGES, K. C.; Posicionamento do consumidor frente ao consumo de leite de cabra e seus derivados na cidade de Natal – RN. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Natal, v. 64, n. 366, p. 36-43, 2009.

CORREIA, R. T. P.; CRUZ, V. M. F. Leite de cabra e derivados. **ACOSC – Associação dos Criadores de Ovinos e Caprinos do Sertão do Cabugi**, 2006. Disponível em: <<http://www.acosc.org.br/acosc/artigos>>. Acesso em: 10 Jan., 2019.

DUTCOSKY, S. **Análise Sensorial de Alimentos**. 3. ed. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, p. 512, 2011.

FERREIRA, L. O. Avaliação das características de qualidade de doces de leite comerciais. **Revista Instantânea de Laticínios. “Cândido Tostes”**, v. 67, n. 387, p. 05-11, 2012.

GARCIA, P. P. C.; CARVALHO, L. P. S. Análise da Rotulagem Nutricional de Alimentos diet e light. **Ensaio e Ciência Biológicas, Agrárias e da Saúde**. São Paulo, v. 15, n. 4, p. 64, 2011.

GRANDA, T.; RAMOS, A. M.; TEIXEIRAS, L. J. Q. **Formulação e avaliação de doce de leite em pasta sem adição de açúcar**. In: XXII Congresso Nacional de Laticínios. 12, 2013, Juiz de Fora. Anais do Congresso Nacional de Laticínios, Juiz de Fora: ANCL, v. 1, n. 2, p. 285-288, 2005.

HAENLEIN, G. F. W. Goatmilk in humannutrition. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, Netherlands, v. 51, n. 1, p. 155-163, 2004.

PERRONE, I. T., STEPHANI, R.; NEVES, B. S. **Doce de Leite: Aspectos Tecnológicos**. Juiz de Fora: Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 5, n. 3, p. 186, 2011.

ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DE VISCOSIDADE EM FARINHAS MISTAS EXTRUDADAS DE CEREAIS

Data da Submissão: 03/12/2019

Data de aceite: 27/02/2020

Angleson Figueira Marinho

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Pará (IFPA)

<http://lattes.cnpq.br/6400865872977823>

Celyane Batista Brandão

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Pará (IFPA)

<http://lattes.cnpq.br/0852093563320062>

Érica Bandeira Maués de azedo

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Pará (IFPA)

<http://lattes.cnpq.br/6616111248541631>

Juliana Souza da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Pará (IFPA)

<http://lattes.cnpq.br/4784294745433565>

Cássio Furtado Lima

Instituto Federal de Educação, Ciência e tecnologia do Pará (IFPA)

<http://lattes.cnpq.br/4218769196783818>

Fernanda de Oliveira Araújo

Laboratório de Química e Bioquímica de Produtos Naturais da Universidade Federal de Viçosa – BioNat (UFV)

<http://lattes.cnpq.br/8976026918721325>

Valéria França de Souza

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

<http://lattes.cnpq.br/9477793418602768>

Maria Rosa Figueiredo Nascimento

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

<http://lattes.cnpq.br/1049333083578743>

Nandara Gabriela Mendonça Oliveira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)

<http://lattes.cnpq.br/7996731402793258>

Fernando de Freitas Maués de Azevedo

Faculdade Ideal (FACI-WYDEN)

<http://lattes.cnpq.br/4388224847475170>

Suzane Zinger

Instituto Federal do Espírito Santo (IFES)

<http://lattes.cnpq.br/8455270082836350>

José Luís Ramirez Ascheri

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Tecno. Agroindustrial de Alimentos (Embrapa Agroindústria de Alimentos – RJ)

<http://lattes.cnpq.br/1891994321882753>

RESUMO: A mistura de cereais como o arroz, cevada e trigo constituem uma importante fonte nutricional. A utilização de novas tecnologias como a extrusão Termoplástica é uma alternativa na busca de alimentos que atendam os interesses de novos consumidores. Objetivo deste trabalho foi avaliar a ação do processo de extrusão nas características da viscosidade de pasta a partir da farinha mista da matéria

prima, contendo variadas porcentagens de cada cereal em 10 tratamentos. Utilizou-se extrusora de laboratório de rosca simples: velocidade de rotação do parafuso a 200 rpm, temperatura das zonas de aquecimento (da zona de alimentação até a saída da matriz): 1ª zona – 50°C, 2ª 100 e 3ª 130, alimentador vertical helicoidal na rotação de 15 rpm (~5kg/h). Como delineamento experimental, foram utilizadas frações (porcentagem) variadas das farinhas dos cereais com arroz, cevada e trigo, por tratamento(T1 A T10), na seguinte proporção, (arroz%, cevada%, trigo%); T1: (70%; 15%; 15%); T2: (15%; 70%; 15%); T3: (15%; 15%; 70%); T4: (42,5%; 42,5%; 15%); T5: (42,5%; 15%; 42,5%); T6: (15%; 42,5%; 42,5%); T7-10: (33,3%; 33,3%; 33,3%). As farinhas das misturas foram analisadas a partir da determinação de viscosidade de pasta. O tratamento T2 alcançou a maior Viscosidade de pasta contendo em sua mistura a maior quantidade de cevada que possui a maior quantidade de fibra, e em contrapartida o tratamento T1 expressou menor valor, o que expressa melhor característica para produtos expandidos. Os tratamentos feitos através da mistura desses três cereais não obtiveram uma expansão.

PALAVRAS–CHAVE: Amido, Expansão, Mistura de cereais, Temperatura.

STUDY OF VISCOSITY CHARACTERISTICS IN CEREAL EXTRUDED MIXED FLOURS

ABSTRACT: The mixture of cereals such as rice, barley and wheat are an important source of nutrition. The use of new technologies such as Thermoplastic Extrusion is an alternative in the search for foods that meet the interests of new consumers. This study aimed to evaluate the action of the extrusion process in the paste viscosity characteristics from the mixed flour of raw material, containing varying percentages of each cereal in 10 treatments later aiming the use of mixtures of these snacks contain fruit fillings. Was used single screw laboratory extruder: screw rotation speed 200 rpm, temperature of the heating zones (from feed zone to the exit of the matrix): 1st Zone - 50 ° C 2nd and 3rd 100 130, feeder vertically in the coil rotation 15 rpm (~ 5kg / h). As experimental design used were fractions (percent) of various cereal flours and rice, barley and wheat, by treatment in the following proportion (% rice, barley%, wheat%); T1: (70%; 15%; 15%); T2: (15%; 70%; 15%); T3: (15%; 15%; 70%); T4: (42.5%; 42.5%; 15%); T5: (42.5%; 15%; 42.5%); T6: (15%; 42.5%; 42.5%); T7-10: (33.3%; 33.3%; 33.3%). Flour mixtures were analyzed from the folder viscosity determination. The treatment T2 reached the highest folder viscosity of their mixture containing the highest amount of barley that has the largest amount of fiber, and in turn the T1 treatment expressed lowest value, which expresses best feature for expanded products. The treatments made by mixing these three cereals obtained an expansion.

KEYWORDS: Cereal Mixture, Expansion, Starch, Temperature.

1 | INTRODUÇÃO

Os alimentos hoje em dia, são produzidos em larga escala em lavouras mecanizadas e vendidos numa ampla rede varejista. Uma crescente quantidade de produtos chega aos consumidores após serem processados ou industrializados, contendo altos teores de açúcares, gorduras, sal e aditivos químicos. Isso, somado a outros aspectos da vida moderna, como a baixa atividade física e o estresse, tem afetado a vida da população de forma negativa (BRASIL, 2010).

Além disso, de um modo geral, produtos de cereais são fontes reconhecidas de fibra dietética e de muitos componentes bioativos, tais como ácidos fenólicos, fitoesteróis, minerais, tocoferóis e tocotrienóis. Estas substâncias estão concentradas, principalmente, no gérmen e na camada externa das sementes e dos grãos (MIRANDA et al., 2014).

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos cereais de maior produção e consumo em todo o mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial. (WALTER, 2008).

Os principais componentes do grão de cevada são: o amido, a proteína e a fibra alimentar, e os componentes minoritários são os lipídeos, minerais e vitaminas. Os diferentes componentes do alimento e suas propriedades exercem efeitos diferenciados no organismo. (YALÇIN et al., 2007).

A qualidade do grão de trigo pode ser definida como resultado da interação que a cultura sofre no campo, pelo efeito das condições de solo, do clima, da incidência de pragas e moléstias, manejo da cultura, da cultivar, bem como as operações de colheita, secagem, armazenamento, moagem, por fim, do uso industrial a ser dado à farinha (POSNER, 2000). O processo de extrusão vem sendo explorado como alternativa às modificações químicas tradicionais; é uma tecnologia que se mostra bastante eficaz, de baixo custo, alta produtividade, curto tempo de reação e ausência de geração de resíduos. Os fatores ligados à matéria-prima tais como teor de umidade, proporção de amilose e amilopectina, conteúdo de proteína, lipídios e fibra e as fontes de amido utilizadas, exercem grande influência no produto acabado (ASCHEI, 2008).

Os consumidores estão muito interessados nos benefícios potenciais da nutrição, e passaram a exigir mais dos alimentos industrializados, além de sabor agradável e praticidade, alto valor nutritivo. Os aspectos apresentados são indicativos da necessidade de uma estratégia para ampliar o mercado a partir de matérias-primas, como o arroz, cevada e trigo por meio do desenvolvimento de farinhas que tenham melhores propriedades funcionais para poderem ser aplicadas em produtos e formulações, ou que possam ser moldadas para alimentos de conveniência, ou para fins especiais.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados grãos de arroz branco, de cevada e de trigo, todos já descascados, doados pela Embrapa Agroindústria de Alimentos (Rio de Janeiro- RJ), safra 2014. Os grãos acondicionados em sacolas de plástico foram armazenados em temperatura de refrigeração até o processo de moagem.

Imediatamente antes da análise, os grãos foram moídos usando um moinho de discos com abertura nº 6 entre discos e, em seguida com moinho de martelos equipado com uma peneira de 0,8 mm de abertura, a fim de atingir um tamanho de partícula desejável para as análises.

Um delineamento de misturas simplex-centroide com três componentes foi escolhido para os experimentos, pois todos os componentes tinham o mesmo intervalo, entre 0 e 1, e não houve restrições na região em estudo descrito por Borsato (2010). Os Componentes da mistura consistiram de farinha de arroz (X1 ou A), farinha de cevada (X2 ou B) e farinha de trigo (X3 ou C). O software statistic foi utilizado para determinar as proporções ótimas da mistura de cereais as porcentagens dos componentes foram expressas como frações da mistura, sendo a soma igual a um ($X1 + X2 + X3$). Os níveis destes três por componentes e o delineamento experimental em termos dos pseudo-componentes como 10 combinações (tratamentos 1 a10), foram utilizadas frações (porcentagem) variadas das farinhas dos cereais com arroz, cevada e trigo, por tratamento, na seguinte proporção, (arroz%, cevada, trigo%); T1: (70%; 15%; 15%); T2: (15%; 70%; 15%); T3: (15%; 15%; 70%); T4: (42,5%; 42,5%; 15%); T5: (42,5%; 15%; 42,5%); T6: (15%; 42,5%; 42,5%); T7-10: (33,3%; 33,3%; 33,3%).

As misturas foram processadas em uma extrusora de laboratório de rosca simples nas seguintes condições, as quais foram mantidas constantes: umidade das misturas a 14%, velocidade de rotação do parafuso a 200 rpm, temperatura das zonas de aquecimento (da zona de alimentação até a saída da matriz): 1ª zona – 50°C, 2ª 100 e 3ª 130, alimentador vertical helicoidal na rotação de 15 rpm (~5kg/h).

Para a determinação da viscosidade de pasta foi utilizado o Analisador Rápido de Viscosidade (Rapid Viscosity Analyser, RVA, Newport Scientific Pty. Ltd., Warriewood, Australia) seguindo a metodologia para materiais extrudados. Tal análise se deu em duplicata por cada ensaio, conforme metodologia descrita por Ascheri et al. (2006).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil de viscosidade de pasta da farinha de grão de arroz, cevada e trigo foram avaliadas e suas performances podem ser visualizadas nas Figura 1 e 2. Os resultados experimentais referente aos parâmetros de Viscosidade de pasta (VP); Tempo de pasta para atingir VP (tP); Temperatura de pasta inicial, que corresponde quando se inicia o aumento da viscosidade (TPi); Viscosidade mínima na etapa de resfriamento (VM); (QV) referente à quebra da viscosidade = $VP - VM$; Viscosidade final (VF); (TR), que

expressa a Tendência à retrogradação = $VF - VM$; dos tratamentos estão expostos na Tabelas 1.

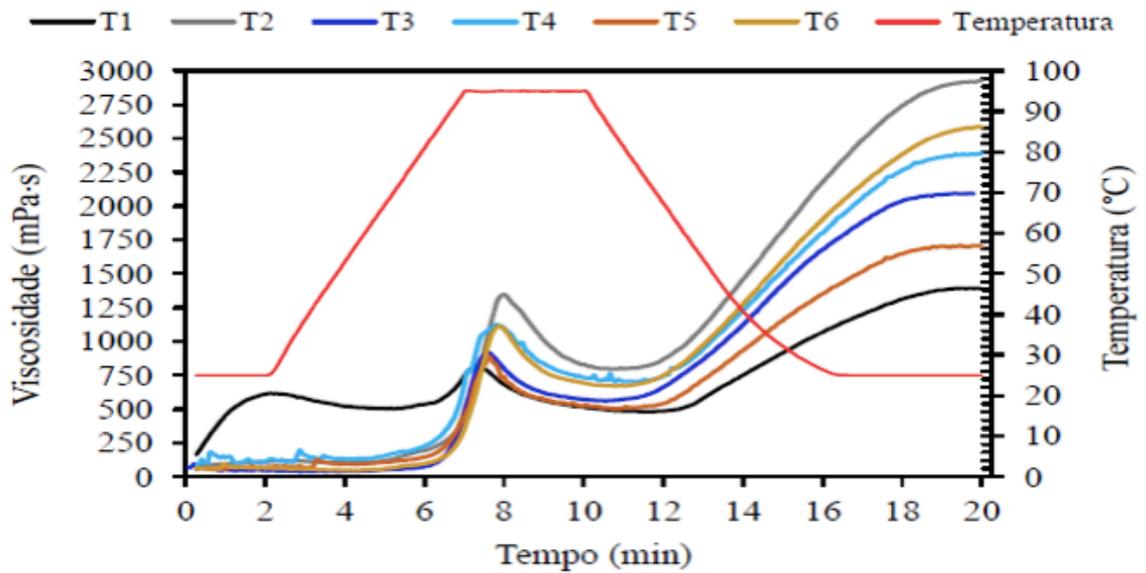


Figura 1 - Perfis das curvas de viscosidade de pasta dos extrudados de misturas de farinhas de arroz, cevada e trigo, dos tratamentos de T1 a T6. Variação de porcentagem de farinhas por Tratamento (arroz%, cevada%, trigo%); T1: (70%; 15%; 15%); T2: (15%; 70%; 15%); T3: (15%; 15%; 70%); T4: (42,5%; 42,5%; 15%); T5: (42,5%; 15%; 42,5%); T6: (15%; 42,5%; 42,5%).

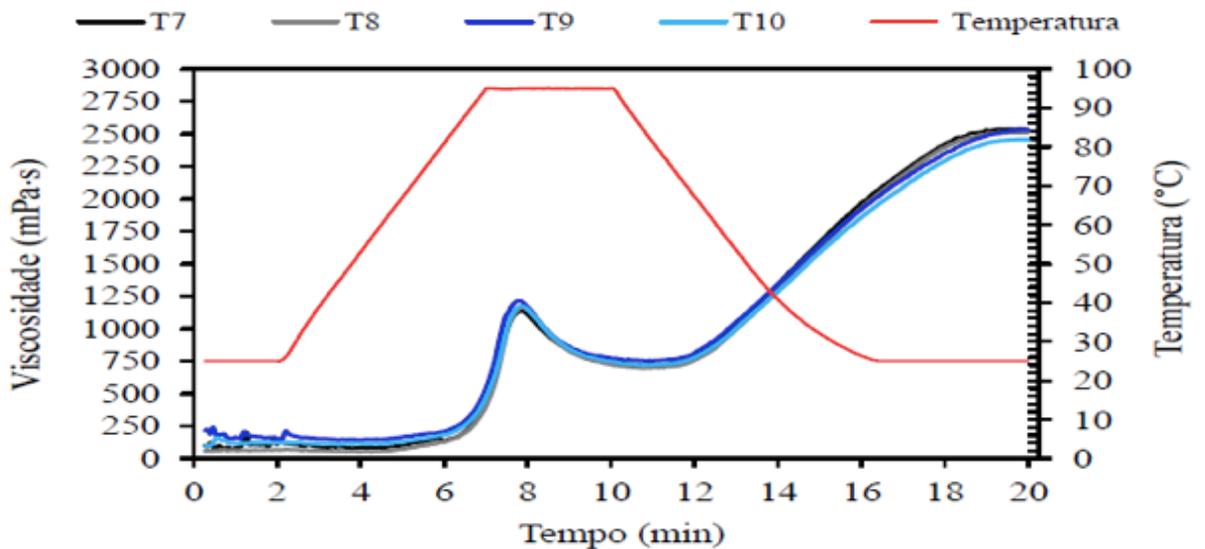


Figura 2 - Perfis das curvas de viscosidade de pasta dos extrudados de misturas de farinhas de arroz, cevada e trigo, dos tratamentos de T7 a T10: (33,3%; 33,3%; 33,3%).

Farinha	VP (mPa.s)	tP (min)	TiP (°C)	VM (mPa.s)	QV (mPa.s)	VF (mPa.s)	TR (mPa.s)
T1	815.5 ± 16.3	7.3	25.0	481.5 ± 12.0	334.0	1389.0 ± 5.7	907.5
T2	1346.5 ± 44.5	8.0	80.4	796.5 ± 10.6	559.0	2926.5 ± 16.3	2130.0
T3	918.5 ± 27.6	7.8	82.8	561.5 ± 16.3	357.0	2090.5 ± 30.4	1529.0
T4	1125.0 ± 60.8	7.8	81.6	703.5 ± 21.9	421.5	2387.0 ± 8.5	1683.5
T5	879.0 ± 285.7	7.8	80.3	503.5 ± 102.5	375.5	1700.5 ± 372.6	1197.0
T6	1114.5 ± 2.1	7.7	81.8	670.0 ± 7.1	444.5	2587.0 ± 8.5	1917.0
T7	1137.0 ± 49.5	7.9	81.6	724.0 ± 33.9	413.0	2531.5 ± 67.2	1807.5
T8	1167.0 ± 26.9	7.9	78.6	694.0 ± 9.9	473.0	2511.5 ± 13.4	1817.5
T9	1213.0 ± 0.0	7.8	80.5	752.5 ± 2.1	460.5	2532.0 ± 4.2	1779.5
T10	1173.5 ± 2.1	7.9	79.1	720.0 ± 0.1	435.5	2455.0 ± 25.5	1735.0

Tabela 1 . Resumo dos parâmetros de RVA para amostras extrudadas (média e Desvio padrão).

VP: Viscosidade de pasta; tP: Tempo de pasta (para atingir VP); TiP: Temperatura de início de formação de pasta (que corresponde quando se inicia o aumento da viscosidade); VM: Viscosidade mínima na etapa de resfriamento; QV: Quebra da viscosidade = VP – VM; VF: Viscosidade final; TR: Tendência à retrogradação = VF – VM; a Média ± desvio padrão de medições em duplicata.

Os resultados experimentais referentes aos parâmetros de Viscosidade de pasta (VP) revelaram que o tratamento T2 mostrou maior valor (1346.5), e em contrapartida T1 expressou menor valor para o mesmo (815.5), o que expressa melhor característica para produtos expandidos como biscoito. Quanto ao tempo de pasta para atingir a viscosidade inicial (tP), T1 e T5 atingiram tal viscosidade em menos tempo, (7.3 e 7.7 respectivamente).

Nota-se, nas curvas, que os tratamentos descrevem trajetórias semelhantes (Figura 1 e 2), mas no T1, pode-se observar que houve variação na resposta, provavelmente devido o fato de ser o tratamento que contém maior quantidade de arroz. O tratamentos contendo menor fração de fibra (T2), obteve a viscosidades mais altas durante o início do teste a temperatura de 25°C. A maior quebra de viscosidade foi vista no T8 com 473,0mPa.s e a menor no T1 com um valor de 334. Isto pode ter ocorrido devido os tratamentos que contem fibras possuem baixos níveis de viscosidade segundo a percentagem de fibras formulação. Provavelmente devido ao alto teor de fibra na mistura, ocorre quebra nas possíveis ligações e pontes de hidrogênio existentes (NASCIMENTO; CARVALHO; TAKEITI et al., 2012).

4 | CONCLUSÃO

Na medida em que a matéria prima processada continha maior porcentagem de cevada (70%) os valores de viscosidade de pasta aumentaram e conseqüentemente obtiveram maior tendência a retrogradação.

O baixo índice de quebra de viscosidade se dá em tratamentos com maior porcentagem de arroz assim como o menor índice de viscosidade de pasta.

Os índices de viscosidade de pasta demonstram que os snacks analisados não obtiveram uma expansão satisfatória.

REFERÊNCIAS

ASCHERI, D.P.R.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C.W.P. de. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, Dec. 2006.

ASCHERI, J. L. R. & CARVALHO, C. W. P.; Apostila de extrusão de Alimentos: aspectos tecnológicos para o desenvolvimento e produção de Alimentos para o consumo Humano, **EMBRAPA- CTAA**, 2008.

BORSATO D; DALL'ANTONIA L. H.; GUEDES C. L. B; MAIA E. C. R.; FREITAS H. R.F; SPACINO I. M. K. R. Aplicação do delineamento simplex-centroide no estudo da cinética da oxidação de biodiesel B100 em mistura com antioxidantes sintéticos. **Química Nova**. v.33. n.8. São Paulo 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Dialogando sobre o direito humano à alimentação adequada no contexto do SUS / Ministério da Saúde. Série F. **Comunicação e Educação em Saúde** – Brasília, 72 p., 2010.

MIRANDA, G.B. et al. Avaliação de acessos de *Psidium* spp. quanto à resistência a *Meloidogyne enterolobii*. **Bragantia**, v.71, p.52-58, 2014. Disponível em: . Acesso em: 19 set. 2015. doi: 10.1590/S0006-87052012005000001.

WALTER, M.; LUIS, E.M; DE AVILA, A. Arroz: composição e características nutricionais. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1184-1192, 2008.

YALÇIN, E. et al. Effects of genotype and environment on β -glucan and dietary fiber contents of hull-less barley grown in Turkey. **Food Chemistry**, Turkey, v.101, p.171-176, 2007.

CAPÍTULO 6

PETIT SUISSE DE KEFIR SABOR MEL E NIBS DE CACAU

Data de aceite: 27/02/2020

Aurélio Santos Agazzi

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: aurelioagazzi@gmail.com

Biane Oliveira Philadelpho

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: biane_philadelpho@hotmail.com

Clariane Teixeira Pessoa

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: clarianepessoa@hotmail.com

Deise Azevedo Silva

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: deiseazevedo.88@gmail.com

Lusiene Lima Rocha

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: rocha.lusiene@gmail.com

Mariana Fernandes Almeida

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: mari.fernandeas@hotmail.com

Thaís de Souza Santos

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: taisinha.02@hotmail.com

Talita Andrade da Anunciação

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo, s/n,
Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA, Brasil.
E-mail: tali.anunciacao@hotmail.com

Karina Teixeira Magalhães-Guedes

Departamento de Análises Bromatológicas,
Faculdade de Farmácia, Universidade Federal
da Bahia (UFBA), Rua Barão of Geremoabo,
s/n, Ondina, CEP: 40171-970, Salvador, BA,
Brasil. E-mail: karynamagat@gmail.com; karina.
guedes@ufba.br

RESUMO: O objetivo deste estudo consistiu na elaboração *petit suisse* à base de kefir saborizado com mel e *nibs* de cacau, além de avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, bem como realizar a aceitação sensorial do produto desenvolvido. *Petit suisse* à base de kefir desenvolvido neste estudo

demonstrou ser uma proposta viável como fonte de alimento. Todos os itens elencados na análise sensorial receberam avaliações positivas pela maioria do público avaliador, o que fez o produto superar o valor estabelecido como critério para aceitação. Petit suisse à base de kefir pode ser considerado um promissor produto para o mercado apresentando valores nutritivos e potencial probiótico.

PALAVRAS-CHAVE: Sobremesa nutritiva, Alimento fermentado, Kefir saudável

KEFIR-BASED PETIT SUISSE FLAVOR HONEY AND COCOA NIBS

ABSTRACT: The aim of this study was to elaborate kefir-based petit suisse flavored with honey and cocoa nibs, as well to evaluate the physicochemical and microbiological parameters, as well to realize the sensorial acceptance of the developed product. The kefir-based petit suisse developed in this study proved to be a viable proposal as a food source. All items listed in the sensory analysis received positive ratings by the majority of the evaluating public, which made the product exceed the value established as a criterion for acceptance. Kefir-based Petit suisse can be considered a promising product for the market with nutritional values and probiotic potential.

KEYWORDS: Nutritious Dessert, Fermented Food, Healthy Kefir.

1 | INTRODUÇÃO

Os consumidores preocupados com a saúde estão cada vez mais buscando alimentos funcionais num esforço para melhorar sua própria saúde e o bem-estar. Dentro desse contexto surgem os alimentos fermentados com capacidade probiótica, que tem mostrado melhorias na qualidade de vida e maior longevidade para quem os consome, pois além de sua função nutricional e de fornecer energia, possuem capacidade de agregar melhorias ao funcionamento do organismo.

Kefir é um leite fermentado, ligeiramente efervescente e espumoso, de fácil preparo e economicamente acessível, originado da ação da microbiota natural presente nos grãos ou grumos de kefir (WITTHUHN et al., 2004; MARCHIORI, 2007; Magalhães, K. T. et al., 2011abc). Os grãos são descritos como uma associação simbiótica de leveduras, bactérias ácido-láticas e bactérias ácido-acéticas, envoltas por uma matriz de polissacarídeos referidos como kefiran, e apresentam tamanhos entre 0,5-3,5cm de diâmetro, volume de 0,5-20,0 mL/grão, forma irregular, amarelados ou esbranquiçados (RIVIÈRE e KOOIMAN, 1967; PINTADO et al., 1996; HERTZLER e CLANCY, 2003; Magalhães, K. T. et al., 2011abc). A composição microbiana dos grãos de kefir varia conforme a região de origem, o tempo de utilização, o substrato utilizado para proliferação dos grãos e as técnicas usadas em sua manipulação (WSZOLEK et al., 2001; WITTHUHN et al., 2004).

Os grãos de kefir são capazes de realizar fermentação em diversos substratos, como leite de vaca, cabra, ovelha, búfala, açúcar mascavo, sucos de frutas, extrato

de soja, entre outros. A produção da bebida ocorre quando os grãos de kefir são adicionados no substrato de preferência, os mais comuns são o leite pasteurizado ou esterilizado e água contendo açúcar mascavo. Assim, este alimento nutritivo e com propriedades terapêuticas pode ser incluído na alimentação diária do ser humano. Os grãos de kefir são amarelos claros quando cultivados em leite e são pardos quando cultivados em água com açúcar mascavo. (OTLES e CAGINDI, 2003; WITTHUNHN et al., 2004; WESCHENFELDER, 2011; Magalhães, K. T. et al., 2011abc).

Nas últimas décadas, o kefir tornou-se popular em vários países da Europa Central enquanto que em algumas partes do mundo ainda hoje é um produto desconhecido, na Rússia, Canadá, Alemanha, Suécia, Romênia este produto é produzido comercialmente e consumido em quantidades apreciáveis. No entanto, nos mesmos países onde a bebida é produzida comercialmente, o mesmo é feito em escala familiar, para consumo próprio. É nesta escala que o kefir ainda é hoje conhecido no Brasil, mesmo com outros nomes. Muitas pessoas que fazem ou fizeram uso do kefir não o conhecem ou conheceram como tal. E outros até o consideram como um tipo de iogurte. Mesmo assim, o kefir vem conquistando adeptos em várias regiões do país nos últimos anos, devido a suas características sensoriais e suas propriedades terapêuticas (FERREIRA, 1999; WESCHENFELDER et al., 2009). O objetivo deste estudo consistiu na elaboração *petit suisse* à base de kefir saborizado com mel e *nibs* de cacau, além de avaliar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, bem como realizar a aceitação sensorial do produto desenvolvido.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Elaboração *petit suisse*

A Figura 1 mostra a elaboração do *petit suisse* à base de kefir. Foram adicionados aproximadamente 01 colher de sopa de kefir em 1 litro de leite integral comercializado que permaneceu durante 24 horas em temperatura ambiente para fermentação, após esse período foi peneirado e os grãos de kefir retirados, o produto obtido foi filtrado em papel filtro por 12 horas em geladeira, o soro obtido da filtração foi descartado e o *petit suisse* à base de kefir foi homogeneizado, saborizado com 15 g de *nibs*, 15 g de açúcar demerara e 100 mL de cacau. Posteriormente foi moldado e armazenado em refrigeração para conservação do produto até o momento das análises.

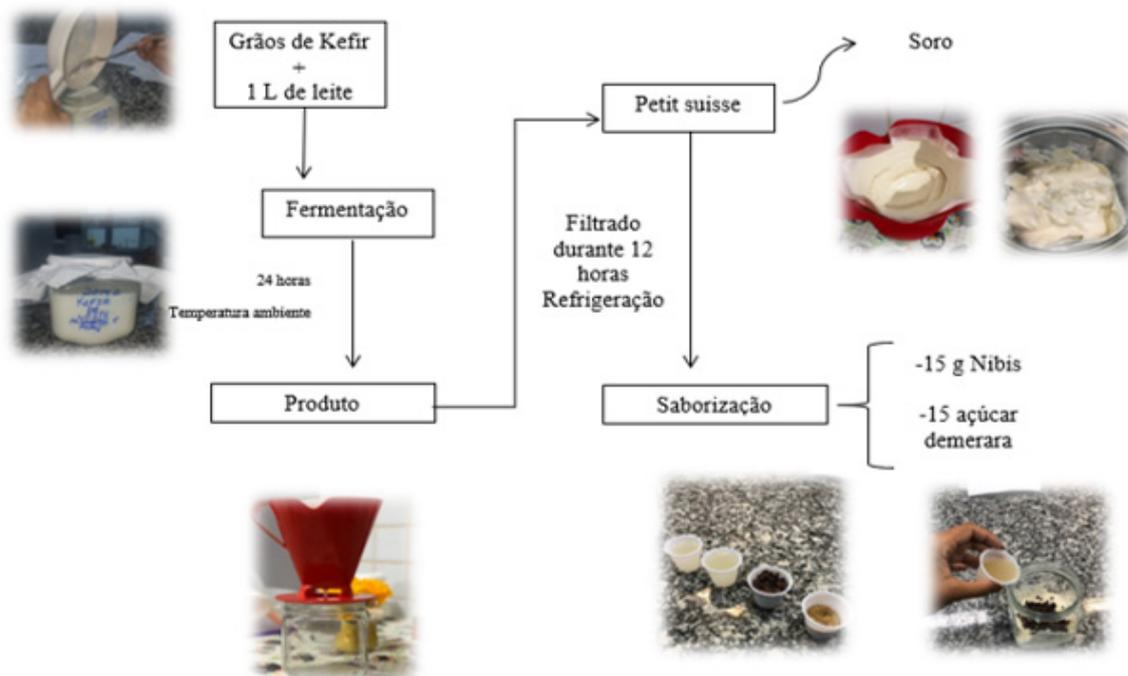


FIGURA 1: Fluxograma da obtenção do *Petit suisse* à base de kefir.

2.1.1 Análise físico-química

Acidez e pH

A acidez das amostras foi obtida pelo método titulométrico que se fundamenta na neutralização com solução de NaOH 0,1N e 1% de fenolftaleína. Aproximadamente 5 g da amostra *petit suisse* de kefir e iogurte natural industrializado foram pesadas em um Erlenmeyer e diluído com 50 mL de água destilada, posteriormente foram adicionados 3 gotas da solução de fenolftaleína (1%). Titulado com uma solução de hidróxido de sódio 0,1 M, utilizando bureta de 25 mL, até o aparecimento de uma coloração rósea (expressa em porcentagem de ácido láctico). O pH das amostras foi obtido pela utilização de pHmetro digital (Digimed, DM-23) calibrado (IAL, 2008).

°Brix

O °Brix foi determinado da mesma forma analítica e condição mencionada acima onde aproximadamente 5 g da amostra foram pesadas em um Erlenmeyer e diluídas com 50 mL de água destilada e posteriormente foi lido no refratômetro Abbe (Master-Atago) em temperatura ambiente, de acordo com o método 932.12 AOAC (2005).

2.2 Avaliação microbiológica

a. Homogeneização e Diluição Seriada

Foram coletadas 25g de cada amostra, *petit suisse* e iogurte natural industrializado. Para a primeira diluição seriada foram transferidos 25g da amostra para 225mL do diluente Água Peptonada, a 0,1% e em seguida homogeneizada (diluição 10^{-1}). A partir

dessa primeira diluição foram transferidos 1 mL para um tubo de ensaio contendo 9 ml de Água Peptonada a 0,1% (diluição 10^{-2}). Seguindo os mesmos procedimentos foram feitas a diluição 10^{-3} a partir da diluição 10^{-2} e a diluição 10^{-4} a partir da diluição 10^{-3} , na sequência até diluição 10^{-8} .

b. Bolores e leveduras

Para cada uma das amostras foram realizadas contagem total bolores e leveduras, de acordo com a metodologia descrita pela APHA (1992). Foi inoculado 0,1 mL das diluições decimais 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , de cada amostra em duplicatas, na superfície das placas de Petri contendo o Ágar DRBC. Os inóculos foram espalhados com o auxílio de alça de Drigalski em superfície. Depois de completa absorção, as placas foram incubadas em estufa a 22–25°C, por cinco dias.

c. Bactérias ácido-láticas

Após as diluições decimais, três diluições de cada amostra foram selecionadas (10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8}) e uma alíquota de 1 mL de cada diluição, foi vertida sobre placa de Petri contendo meio ágar Mann, Roggosa e Sharpe (MRS). Os inóculos foram espalhados com o auxílio de alça de Drigalski em superfície. Depois de completa absorção, as placas foram incubadas em estufa, por 48 h a 37 °C, sob aerobiose (IDF, 1988).

d. Bactérias ácido-acéticas

Foram selecionadas três diluições de cada amostra foram selecionadas (10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8}) e uma alíquota de 1 mL de cada diluição, foi vertida sobre placa de Petri contendo meio ágar Glucose Yeast Maltose (GYM). Os inóculos foram espalhados com o auxílio de alça de Drigalski em superfície. Depois de completa absorção, as placas foram incubadas em estufa, por 48 h a 37 °C. A semeadura das amostras de petit suisse à base de kefir e logurte natural foram inoculadas em placas de petri e dentro do raio de segurança do bico de Bunsen, minimizando a contaminação de culturas de microrganismos. A técnica de contagem de microrganismos conduzido segundo o método de leitura a olho nu do verso da placa de petri onde são mais nítidas e facilita contagem. Foram marcadas e contadas ponto a ponto com caneta marcador de vinil.

2.3 Análise sensorial

A análise de aceitabilidade foi realizada com 20 pessoas avaliadores não-treinados de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos, não alérgicos a proteína do leite de vaca e/ou grave intolerância a lactose, recrutados de forma aleatória e voluntária nas dependências da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), mediante convites realizados através dos próprios estudantes.

O número mínimo de avaliadores foi previsto de acordo com cálculo amostral. Os avaliadores responderam um questionário para responder sobre a frequência de uso dos iogurtes bem como seu conhecimento a respeito dos mesmos. As amostras

foram oferecidas em copinhos descartáveis brancos, codificadas com números 1 (*Petit suisse* à base de Kefir) e 2 (iogurte natural) aleatórios. Para cada avaliador foi fornecido aproximadamente 10 gramas de cada formulação do produto, juntamente com as fichas de avaliação sensorial e um copo de água para limpeza das papilas gustativas.

A ficha possuía uma escala hedônica, variando de 1,0 (“Desgostei muitíssimo”) a 9,0 (“Gostei muitíssimo”) pontos, para avaliar os atributos: aparência, cor, textura, sabor, odor e aceitação global. Tanto o iogurte natural comercial quanto o *Petit suisse* à base de Kefir também foram avaliados quanto à intenção de compra dos avaliadores. Cada avaliador recebeu a ficha com a escala de 5,0 pontos, variando de 1,0 (“Certamente não compraria”) a 5,0 (“Certamente compraria”) para analisar cada uma das amostras.

2.4 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância (ANOVA). Para avaliar a diferença entre os tratamentos foi utilizado o teste de Tukey para comparação múltipla, adotando-se o nível de significância de 5%, através do software SigmaStat 3.5.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise físico-química

O *petit suisse* de kefir saborizado com mel e *nibs* de cacau pode ser visto na Figura 2.



FIGURA 2: *Petit suisse* de kefir saborizado com mel e *nibs* de cacau.

Os resultados das análises físico-químicas avaliados nesse estudo das amostras *Petit suisse* à base de Kefir, iogurte natural industrializado e mel de cacau, estão apresentados na Tabela 1. Os Dados foram expressos em média \pm desvio padrão.

Amostras	Acidez	pH	°Brix
Kefir*	2,32 \pm 0,18b	3,78 \pm 0,02b	35+
iogurte natural*	1,61 \pm 0,06c	4,17 \pm 0,05a	35+
Mel de cacau**	9,75 \pm 0,05a	3,49 \pm 0,01c	19,23 \pm 0,03

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas do *Petit suisse* de Kefir e do iogurte natural industrializado.

*Acidez (% ácido láctico); Acidez titulável (%).

Os valores de acidez e pH apresentaram diferenças estatística entre as amostras ($p < 0,05$), uma vez que são oriundas de processos de produção diferentes (Tabela 1). No entanto para a análise de acidez, os valores variaram de 9,75% para a amostra de mel de Cacau e 1,61 % ácido láctico para as amostras de iogurte natural. A acidez também é uma variável determinante no tempo gasto até a formação do coágulo estável, bem como no sabor do produto final, observamos que o produto obtido apresenta valores elevados de acidez, contudo não é mais ácido que o iogurte natural comercializado, esse valor inferior pode estar relacionado ao *petit suisse* saborizado com o mel de cacau que apresenta características mais alcalinas, possivelmente ele neutralizou o conteúdo de ácidos no meio em especial o percentual de ácido láctico quando comparado ao iogurte natural. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, estabelece valores entre de acidez para o kefir entre 0,5 e 1,5 % de ácido láctico (Brasil, 2000). Portanto, *petit suisse* à base de Kefir desenvolveu acidez um pouco superior ao máximo recomendado pelo MAPA. Cabe mencionar que, durante o processo de fermentação a população de bactérias lácticas também aumenta, conseqüentemente leva o aumento do teor de acidez, a presença de ácido láctico é de sua importância por proporcionar um sabor agradável e característico às bebidas à base de Kefir bem como inibir o desenvolvimento de microorganismos indesejáveis e ou patogênicos conforme observado nos estudos de GARROTE, ABRAHAM, DE ANTONI (2001). Os valores de pH das amostras variaram de 4,17 para a amostra de iogurte natural e 3,78 para a amostra *petit suisse* à base de kefir, resultados semelhantes foram descritos por Gul et al., (2015) encontraram valores que variaram de 4,26 a 4,64 para o kefir produzido a partir de leite de vaca e de búfalo, corroborando com os valores encontrados para o presente estudo.

O kefir de *nibs* foi adoçado com o mel de cacau e açúcar e a amostra de iogurte natural foi adoçada através de padrões de industrialização (não especificados). Conforme informações acima, a amostra de iogurte natural possui maior °Brix do que o mel de cacau, mesmo com essas diferenças foi possível obter o mesmo °Brix para amostra de iogurte natural e para o *petit suisse* à base de Kefir. Pode-se concluir

que conforme as análises, o mel de cacau possui 14°Brix e o *petit suisse* à base de kefir adoçado com o mel resultou em um Brix de ~35°Brix. Apesar do mesmo valor encontrado nas amostras (iogurte natural e kefir), é possível observar a diferença no paladar quanto a doçura. Interessante para estudos futuros analisar o °Brix do kefir sem o mel de cacau e utilizar amostra de iogurte desnatado sem adição de açúcar, para melhores comparações e resultados.

3.2 Avaliação microbiológica

Os resultados obtidos através das análises microbiológicas do *petit suisse* à base de Kefir e do iogurte natural industrializado podem ser observados na Tabela 2.

Análises	Amostras	
	<i>Petit suisse</i> à base de kefir	iogurte natural industrializado
<i>Bactérias Ácido-láticas</i> (UFC/mL)	>3x10 ⁸	2,6x10 ⁸
<i>Bolores e leveduras</i> (UFC/mL)	>2,5x10 ⁸	-
<i>Bactérias Ácido-acéticas</i> (UFC/mL)	>3x10 ⁸	>3x10 ⁸

TABELA 2: Resultados das análises microbiológicas do *petit suisse* à base de Kefir e do iogurte natural industrializado.

UFC- Unidade formadora de colônia

As duas amostras analisadas, *petit suisse* à base de kefir e iogurte natural industrializado, apresentaram contagem de bolores e leveduras e bactérias ácido lácticas de acordo com os valores estabelecidos pelo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados (ANVISA), sendo que os valores para contagem do kefir são $\geq 10^7$ e $\geq 10^4$ UFC/mL, respectivamente, e para iogurte $\geq 10^7$ e zero UFC/mL, respectivamente. Os resultados obtidos na contagem desses microrganismos se assemelham com os resultados encontrados na literatura. Ribeiro (2015) encontrou em todas as suas amostras contagens superiores a 10^7 UFC/mL de bolores e leveduras e bactérias ácido lácticas. Resultados também observados na pesquisa de Garrote et al. (2001) que encontraram contagens de aproximadamente 10^8 UFC/mL (leveduras) e 10^7 UFC/mL (bactérias ácido lácticas). Ribeiro (2015) afirma que a contagem de bactérias ácido-láticas e leveduras é de grande importância no kefir, considerando que a legislação brasileira estipula contagens mínimas desses microrganismos para esse produto.

Em geral, bactérias ácido lácticas são mais numerosas (10^8 - 10^9 UFC/g) que leveduras (10^5 - 10^6 UFC/g) e bactérias ácido-acéticas (10^5 - 10^6 UFC/g) nos grãos de kefir. Entretanto, as condições de fermentação podem afetar este padrão (KOROLEVA, 1991; GARROTE et al., 2001; FARNWORTH, 2005). Os resultados da análise das bactérias ácido acéticas, tanto na amostra do kefir quanto na amostra do iogurte apresentaram valores acima de 10^8 UFC/mL, o que pode indicar influência das

condições da fermentação. A fermentação acética corresponde à transformação do álcool em ácido acético por determinadas bactérias, conferindo o gosto característico de vinagre. O processo de fermentação do leite é de aproximadamente 24 horas, durante este tempo estreptococos homofermentativos crescem rapidamente, causando inicialmente uma queda no pH. Este pH baixo favorece o crescimento de lactobacilos, mas causa um declínio no número de estreptococos. A presença de leveduras na mistura junto com a temperatura de fermentação (21-23°C) incentiva o crescimento de estreptococos heterofermentativos produtores de aroma. Como resultado da fermentação, o crescimento das bactérias ácido lácticas é favorecido em relação ao crescimento de leveduras e bactérias ácido acéticas (KOROLEVA, 1982; FARNWORTH, 2005). Os ácidos orgânicos, láctico e acético, resultantes do catabolismo dos carboidratos contribuem para o decréscimo do pH, tornando o ambiente hostil para a maioria dos microrganismos. Essas substâncias e as bacteriocinas têm sido responsabilizadas por suas propriedades antimicrobianas (RIBEIRO, 2014).

As composições microbiológicas e químicas indicam que o *petit suisse* à base de kefir pode ser considerado um produto com potencial características probióticas, ou seja, possui em sua composição microrganismo vivos capazes de melhorar o equilíbrio microbiano intestinal, produzindo efeitos benéficos a saúde do indivíduo (WESCHENFELDER et al, 2011). Não houve crescimento de bolores e leveduras no iogurte comercial, apenas na amostra de *petit suisse* à base de kefir houve crescimentos dos mesmos.

3.3 Análise sensorial

A tabela 3 demonstra os resultados da análise sensorial do iogurte natural e do *petit suisse* à base de kefir. Para o atributo aparência observou-se diferença estatísticas significativa ($p \leq 0.05$) em relação às amostras 1 e 2, a nota mais baixa foi atribuída ao tratamento 2. Essa nota pela escala na escala equivale ao “gostei moderadamente”, enquanto que a nota alta foi atribuída ao 1 que significa “gostei muito”.

Em relação ao atributo textura o iogurte natural apresentou melhor nota em relação ao *petit suisse* à base de kefir. Isso se justifica pelo fato de o *petit suisse* à base de kefir teve semelhança a um queijo Minas padrão. Para os atributos cor, sabor, odor e aceitação global não foi observado diferença estatística significativa ($p > 0.05$) entre os tratamentos. Nesse estudo, o uso de mel de cacau e *nibs* de cacau não interferiram negativamente no sabor das amostras, visto que na análise sensorial o critério sabor obteve notas acima de 6,0 para todos os tratamentos

Descrição da escala hedônica	Escala hedônica	Frequência de respostas									
		iogurte natural					Petit suisse à base de kefir				
		Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão global
Gostei muitíssimo	9	11	8	15	11	7	5	5	2	3	1
Gostei muito	8	7	8	5	9	12	7	4	0	7	10

Gostei moderadamente	7	1	2	0	0	1	7	6	9	6	2
Gostei ligeiramente	6	1	0	0	0	0	1	1	3	2	4
Nem gostei/nem desgostei	5	0	2	0	0	0	0	2	1	2	2
Desgostei ligeiramente	4	0	0	0	0	0	0	1	4	0	1
Desgostei moderadamente	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desgostei muito	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Desgostei muitíssimo	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Total de respostas		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Média		8,4 ^a	8,0 ^a	8,75 ^a	8,55 ^a	8,30 ^a	7,8 ^b	7,0 ^a	6,05 ^b	7,35 ^b	7,05 ^b
Desvio padrão		0,82	1,21	0,44	0,51	0,57	0,89	2,03	1,90	1,18	1,36
Respostas "desgostei"		0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	25%	0%	5%

TABELA 3: Atributos sensoriais de aceitação do iogurte natural e *petit suisse* à base de kefir.

As condições marcadas com letras diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa com 95% de confiança ($p < 0,05$). Cada parâmetro foi comparado entre as amostras.

Na intenção de compra também não foi observado diferença estatística significativa ($p > 0,05$) e a nota maior, acima de 60% é de acordo com a escala equivale a “certamente compraria o iogurte natural”, e proximadamente 20% “certamente compraria o *Petit suisse* à base de kefir” apesar das notas relativamente alta nos atributos sensoriais, a intenção de compra foi mediana (Figura 3). De acordo com Carvalho et al. (2006), a análise sensorial constitui um importante e eficaz meio para melhor conhecer a opinião do consumidor e sua intenção de compra em relação a um novo produto. Sendo de grande importância a verificação da intenção de compra do produto por parte do painel de avaliadores. BORGES (2017) descreve que a avaliação sensorial e intenção de compras podem trazer mais robustez aos dados, bem como fornece novas perspectivas de um produto diferenciado para um mercado tradicional como o de produtos lácteos.

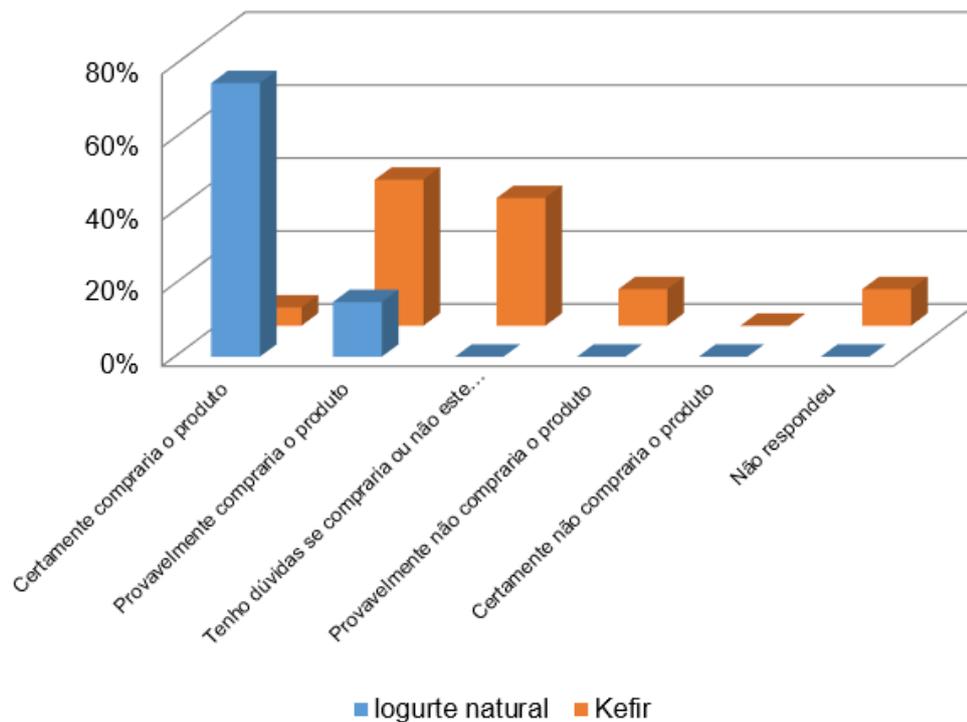


FIGURA 3: Intenção de compra do consumidor para o iogurte natural e o kefir.

Na Figura 4 é mostrado que 90% dos indivíduos entrevistados conhece o iogurte natural e 70% destes conhece o Kefir. Dentre os entrevistados, 20 indivíduos já consumiram o iogurte, enquanto 7 já consumiram o Kefir. As maiorias dos consumidores de kefir alegaram consumir por tendência alimentar seguido dos benefícios a saúde enquanto os consumidores de iogurte a maior parte consomem pelos benefícios a saúde seguido de tendência alimentar e também pelo sabor. FARNWORTH (2005), acredita que o aumento do consumo de kefir parece estar atrelado ao reconhecimento dos seus benefícios para a saúde humana.

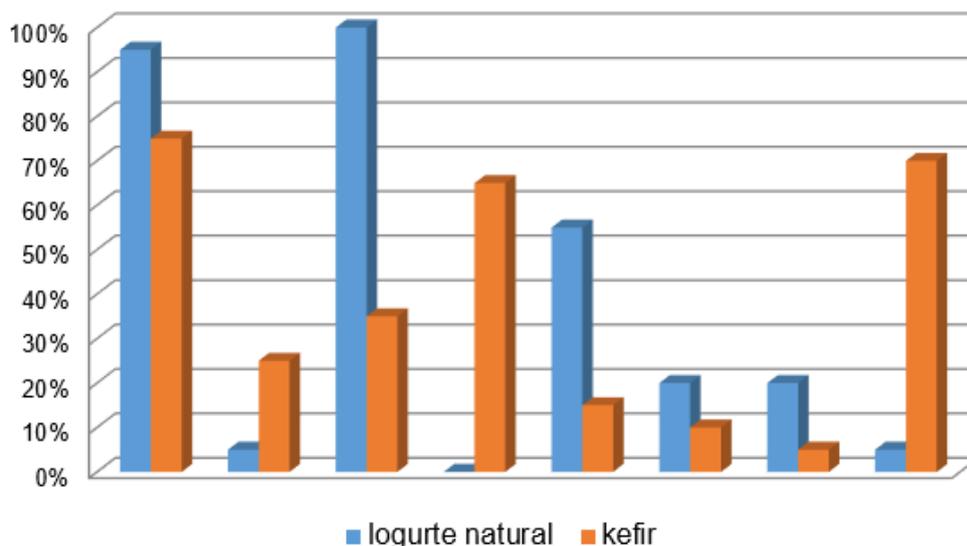


FIGURA 4: Resposta dos questionários sobre o consumo de iogurte natural e kefir.

4 | CONCLUSÃO

Petit suisse à base de kefir desenvolvido neste estudo demonstrou ser uma proposta viável como fonte de alimento. Todos os itens elencados na análise sensorial receberam avaliações positivas pela maioria do público avaliador, o que fez o produto superar o valor estabelecido como critério para aceitação, denotando a sua agradabilidade. *Petit suisse* à base de kefir pode ser considerado um promissor produto para o mercado apresentando valores nutritivos e potencial probiótico.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 24 de out. 2007.

FARNWORTH, E.R. Kefir — a complex probiotic. **Food Science & Technology Bulletin: Functional Foods**, v. 2, n. 1, p. 1-17, 2005.

FERREIRA, C. L. L. F. O leite fermentado kefir. **Catálogo Brasileiro de Produtos e Serviços**, n. 7, p.17-19, 1999.

GARROTE, GL; ABRAHAM, AG; DE ANTONI, GL Caracterização química e microbiológica de grãos de kefir. **Journal of Dairy Research** , v. 68, p. 639-652, 2001.

Guerra, A. F. **Métodos de contagem microbiana. Microbiologia de Alimentos**. Valença, 1ª ed, 28p, 2016. Disponível em: www.microbiologia-de-alimentos.com

GUL, O.; MORTAS, M.; ATALAR, I.; DERVISOGLU, M.; KAHYAOGLU, T. Fabricação e caracterização de kefir produzido a partir de leite de vaca e de búfalo, utilizando grãos de kefir e cultura inicial. **Jornal de ciência do leite**, 98 (3), 1517-1525, 2015.

HERTZLER, S.R.; CLANCY, S.M. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. **Journal of the American Dietetic Association**, v.153, p.582-587, 2003.

Instituto Adolfo Lutz (IAL). **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ª ed. V.1. São Paulo, 2008.

KOROLEVA, N. S. Products prepared with lactic acid bacteria and yeasts. In: Robinson, R.K (Ed) **Therapeutic properties of fermented milks**. London, UK: Elsevier Applied Sciences Publishers, 1991, p.159-179.

KOURKOUTAS, Y; KANDYLIS, P; PANAS, P; DOOLEY, J. S. G.; NIGAM, P; KOUTINAS, A. A. Evaluation of Freeze-Dried Kefir Coculture as Starter in Feta-Type Cheese Production. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 6124–6135 sept, 2006.

MAGALHÃES, K. T. et al. Chemical composition and sensory analysis of cheese whey-based beverages using kefir grains as starter culture. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, p. 871-878. 2011a.

MAGALHÃES, K. T. et al. Comparative study of the biochemical changes and volatile compounds during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, v. 126, p. 249-253. 2011b.

MAGALHÃES, K. T. et al. Brazilian kefir: structure microbial communities and chemical composition. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, p. 693-702. 2011c.

MARCHIORI, R.C. Caracterização do kefir e propriedades probióticas: uma revisão. **Rev. Inst. Lat. Cândido Tostes**, v.62, p.21-31, 2007.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **nº 5 Padrões de Identidade e Qualidade (PIQ) de leites fermentados**, de 13 de Novembro de 2000.

OTLE, S.; CAGINDI, O. Kefir: a probiotic dairy-composition nutritional and therapeutic aspects. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 2, n. 2, p. 54-59, 2003.

RIBEIRO, A. S. **Caracterização de micro-organismos com potencial probiótico isolados a partir de kefir produzidos na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul**. 2015. 78f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

RIVIÈRE, J.W.M.; KOOIMAN, P. Kefiran, a novel polissaccharide produced in kefir grain by *Lactobacillus brevis*. **Arch. Mikrobiol.**, v.59, p.269-278, 1967.

WESCHENFELDER, S.; Caracterização físico-química e sensorial de kefir tradicional e derivados. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.2, p.473-480, 2011.

WESCHENFELDER, S.; WIEST, J. M.; CARVALHO, H. H. C. Atividade anti *Escherichia coli* em kefir e soro de kefir tradicionais. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, v. 34, n 367/368, p. 48-55, 2011.

WITTHUHN, R.C.; SCHOEMAN, T.; CILLIERS, A. et al. Impact of preservation and different packaging conditions on the microbial community and activity of kefir grains. **Food Microbiol.**, v.22, p.337-344, 2004.

WSZOLEK, M.; TAMIME, A.Y.; MUIR, D.D. et al. Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine, Caprine and ovine milk with different starter cultures. **Lebensm. Wiss. u. Technol.**, v.34, p.251-261, 2001.

UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DE FRUTAS E VEGETAIS EM DIVERSOS CAMPOS (ALIMENTAR, FARMACEUTICA, AMBIENTAL) – REVISÃO

Data de submissão: 05/02/2020

Data de aceite: 27/02/2020

Paraná

<http://lattes.cnpq.br/0474530424349030>

Monica Regina da Silva Scapim

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos. Maringá – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/3210440904499405>

Grasiele Scaramal Madrona

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos. Maringá – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1062288233305087>

Luciana Alves da Silva Tavone

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos. Maringá – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/2932024511446106>

Suelen Siqueira dos Santos

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos. Maringá – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/2497252336017443>

Eloize da Silva Alves

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos. Maringá – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/1960498167795301>

Matheus Campos de Castro

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos. Maringá – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/4107858064285006>

Ana Paula Stafussa

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento do Programa de Pós-graduação em Ciência de Alimentos. Maringá –

RESUMO: Alimentos que possuem propriedades que ajudam o organismo humano a ter um ganho na sua funcionalidade, podem ser considerados alimentos potencialmente funcionais ou de promoção da saúde. Como exemplo dentro do setor alimentício temos as cascas e sementes de frutas e vegetais considerados pelas indústrias de alimentos como resíduos, contudo, apresentam uma grande capacidade de compostos bioativos quando comparadas com as suas polpas. Anualmente, toneladas de resíduos de frutas e vegetais são descartados de forma incorreta em terrenos abertos ou até mesmo em águas fluviais. Assim, ocasionando problemas ao meio ambiente e a saúde da população,

devido a proliferação de zoonoses. Esta revisão apresenta um apanhado a respeito da utilização de resíduos de frutas e vegetais em diferentes áreas de pesquisa para potencial emprego industrial em diversos campos.

PALAVRAS-CHAVE: Reaproveitamento. Alimentos. Sustentabilidade.

USE OF FRUIT AND VEGETABLE WASTE IN VARIOUS FIELDS (FOOD, PHARMACEUTICAL, ENVIRONMENTAL) – REVIEW

ABSTRACT: Foods that have properties that help the human body to have a gain in its functionality, can be considered potentially functional or health promoting foods. As an example within the food sector we have the peels and seeds of fruits and vegetables considered by the food industries as waste, however, they have a large capacity for bioactive compounds when compared to their pulps. Annually, tons of fruit and vegetable waste are incorrectly disposed of on open land or even in river waters. Thus, causing problems to the environment and the health of the population, due to the proliferation of zoonoses. This review presents an overview of the use of fruit and vegetable residues in different research areas for potential industrial employment.

KEYWORDS: Reuse. Food. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) divulgou em novembro de 2018 que “o total de resíduos alimentares produzidos no mundo é de quase 1,3 bilhão de toneladas por ano e de 30% a 50% dos alimentos produzidos no mundo são descartados”, tal situação é devido as formas de descartes incorretos, consumismos desenfreado e a facilidade da população em adquirir seus alimentos industrializados.

O desperdício de alimentos passou ser considerado como um problema mundialmente, que acontece em larga escala e em diferentes estágios da produção, processamento, comercialização e consumo dos alimentos. O pesquisador Bellamare e seus colaboradores (2017) relataram em seus estudos que a perda de alimentos na Europa chega a cerca de 220 libras por habitante anualmente.

De acordo com muitos pesquisadores (GUPTA et. al., 2019; RANIERI et. al., 2018) o desperdício de alimentos não só tem uma associação direta com a crise econômica, mas também envolve desperdício de recursos como terra, água que são utilizados na produção dos mesmos. Os resíduos alimentares produzidos e descartados de forma irregular acabam produzindo gases venenosos como o metano, sendo que a geração mundial de fração orgânica de resíduos sólidos urbanos (OFMSW) é estimada em cerca de 1012 milhões de toneladas por ano até 2025.

A geração de desperdício de alimentos podem diferir de forma escalar em todo planeta de acordo com a diposição geografica e economica de uma nação. Em termos

gerais, Tsang et. al. (2019) descrevem que a geração de resíduos é afetada por uma lista de variáveis, como “modelos de produção de culturas, infraestrutura, capacidades internas, cadeias e canais de distribuição, hábitos de compra e uso dos alimentos pelos consumidores”, esses fatores devem ser estudados e confrontados para que o problema com desperdício alimentar seja descrescido.

Os subprodutos de indústrias de alimentos, como resíduos de frutas e hortaliças, por serem ricos em umidade e cargas microbianas, contribuem diretamente com à poluição ambiental. As indústrias de processamento, especialmente nos países em desenvolvimento, enfrentam as restrições de financiamento, espaço e, em alguns casos, regulamentações governamentais rigorosas em relação à eliminação de resíduos, fazendo com que o problema se agrave. Devido a isso, pesquisadores de diversas áreas, como alimentícia, farmacêutica e ambientais, tentam buscar soluções para reaproveitar esses resíduos em benefício da população. Tendo em vista os diversos estudos já publicados, o objetivo dessa revisão é apresentar o potencial dos resíduos de casca de frutas e vegetais em diferentes campos.

2 | REVISÃO LITERÁRIA

2.1 O resíduo de frutas e vegetais

Os resíduos de frutas e vegetais, podem também ser chamados “bagaços”, e esses, quando não descartados em lixos, eram utilizados pelas pessoas como fertilizantes para suas plantas ou até mesmo como alimentos para animais, como porcos e gado. Esse conceito de utilização da bagaço é empregado desde que a população visualizou que poderiam economizar com fertilizantes e rações.

Para LABA (2012) até alguns anos atrás poucos eram os métodos oferecidos para a utilização de bagaço de frutas e vegetais. Por falta de interesse pesquisadores em buscar novas alternativas para esses resíduos, o máximo que se via, além da utilização primitiva como fertilizante e ração, era a utilização dos bagaços como subprodutos em bebidas alcoólicas. Recentemente, no entanto, algumas novas maneiras de gerenciar o bagaço foram desenvolvidas com a ajuda de técnicas e muita pesquisa, onde novos conceitos de processamento ajudaram os pesquisadores a desenvolver inúmeras funcionalidades inteligentes para o que era considerado lixo (MAJERSKA; MICHALSKA & FIGIEL, 2019).

2.2 Alternativas para utilização de resíduos de frutas e vegetais

O polihidroxicanoato (PHA) é um polímero biodegradável estudado por pesquisadores que tentam estimular o mercado de materiais biosustentável. Os bioplásticos vem ganhando ênfase, devido ao pensamento sustentável, e a preocupação dos governos em diminuir o acúmulo de plástico sintético no meio ambiente. Conforme

descrito por Tsang e seus colegas (2019) “o PHA é um importante componente da família de polímeros que está em estágio de desenvolvimento há algum tempo, mas que finalmente entra no setor comercial e estima-se que a capacidade de produção nos próximos anos utilizando resíduos alimentares aumente constantemente”. Os autores trazem em seu trabalho um quadro contendo diversas matérias primas utilizadas nas indústrias de PHA provenientes de frutas e vegetais para produção de PHA e (Tabela 1).

Companhia	Tipo PHA	Substratos	Produção (t/ ano)
Metabolix, (EUA)	P3HB	Milho	50.000
MHG Bio, (USA)	Mcl-PHA	Oleo de canola	20
Biocycles, (Brazil)	P3HB	Cana de açúcar	100
Bio-On, (Itália)	PHA	Açúcar de beterraba	10.000
Biopolímero de TianAn, (China)	P3HB, P3HBV	Milho	10.000
Tianijin GreenBio (China)	Etil 3-HB P (3,4HB)	sacarose	10.000

Tabela 1: Produtores globais de PHA e seus substratos

Fonte: TSANG et. al. (2019)

Conforme comentado, junto a disponibilidade de alimentos industrializados veio o acúmulo de resíduos, não só o orgânico, mas também os resíduos sintéticos, como plásticos das embalagens. O acúmulo das embalagens ditas como não degradáveis gera grande impacto ao meio ambiente. Com essa premissa pesquisadores buscam alternativas paralelas para o uso de embalagem plásticas, como substituí-las por filmes biodegradáveis.

Brito et. al. (2019) realizaram em sua pesquisa a preparação de filmes enriquecidos com pectina a partir de farinhas provenientes de resíduos de frutas e vegetais. Os autores citam que além de utilizar as farinhas de resíduos para produção de filmes, essas podem ser utilizadas na alimentação como fonte de fibra alimentar. Foram utilizados os resíduos de frutas como *Citrus sinensis*, *Passiflora edulis* e *Citrullus lanatus*, e dos vegetais *Cucurbita pepo*, *Lactuca sativa*, *Daucus carota*, *Spinacea oleracea*, *Menthas p.*, *Colocasia esculenta*, *Cucumis sativus* e *Eruca sativa*.

Já Ferreira e seus colegas (2014) pesquisaram a respeito da atuação da extrato de bagaço de uva nas propriedades dos filmes de quitosana (polissacarídeo catiônico). Segundo os pesquisadores a quitosana tem sido estudada como um polímero renovável para formar filmes biodegradáveis e/ou comestíveis. Para melhor entender as propriedades da quitosana os pesquisadores utilizam amostras que variavam na concentração de extrato. Ao final da pesquisa os autores concluíram que todos os filmes à base de quitosana preparados pela incorporação dos extratos de bagaço de uva foram promissores para a extensão da vida de prateleira dos alimentos. O trabalho mostra a importância da ciência no campo da sustentabilidade e aproveitamento de

resíduo.

Mas aprofundado temos trabalhos que abordam espumas porosas de dióxido de titânio (TiO₂), elemento muito utilizado no tratamento de água não potável. A ideia dos Wang et al. (2019) foi adicionar mais carbono em membranas, utilizando o processo de carbonização hidrotérmica de recozimento de resíduos de frutas, para fazer a evaporação de água. Os resíduos utilizados foram de cereja, uva, laranja e maçã. A pesquisa mostrou aos pesquisadores que a membrana fototérmica preparada pela carbonização do resíduo de uva teve excelente capacidade de absorção de luz na região UV – Vis – NIR, sendo que a taxa de evaporação da água e a eficiência de conversão fototérmica alcançaram níveis de 1,42 kg.m⁻².h⁻¹ e 59,43% sob irradiação de luz com potência de 1,5 W. Os pesquisadores também abordaram como conclusão que a membrana fototérmica consegue manter a conversão e estabilidade foto-calor na evaporação da água do mar.

Adentrando mais para o setor alimentício, Kazemi et. al. (2019) realizaram sua pesquisa analisando as propriedades de pectinas extraídas a partir de MAE (extração por micro-ondas), utilizando como material a casca de berinjela e cálice de berinjela. Os insumos citados muitas das vezes são descartados após o processamento das beringelas utilizadas em indústrias. Os pesquisadores relataram que a pectina da casca da berinjela (EPP) apresentou maior rendimento de extração (29,17%) do que a pectina do cálice de berinjela (ECP; 18,36%). A análise por HPLC mostrou que a EPP era alta em HG (homogalacturonan), cerca de 58,6%, enquanto a ECP era alta em RG-I (ramnogalacturonan-I), cerca de 44,9%. Além disso, foi relatado que maiores conteúdos fenólicos foram observados para EPP na comparação com o ECP. Concluíram então, que devido ao alto rendimento de extração e ótimas funcionalidades, a recuperação de pectina dos resíduos de berinjela pode ser uma solução promissora para resíduos de processamento de berinjela, e também a pectina resultante pode ser usada como ingrediente alimentar na formulação de vários sistemas alimentares.

Abordando o setor da saúde, pesquisadores relataram o potencial antimicrobiano de três resíduos de cascas (laranja, limão amarelo e banana). Os extratos das cascas foram usados em teste com bactéria patogênica, sendo seis gram positivos e seis gram negativos. Além do poder antibactericida, foi avaliado o poder fungicida, utilizando dois fungos filamentosos microscópicos (MFF) e duas espécies de leveduras. Verificou-se que as bactérias gram-negativas são mais sensíveis aos extratos de resíduos, sendo que, entre elas, a *Klebsiella pneumoniae* demonstrou ser mais sensível ao extrato de casca de limão amarelo. O estudo confirmou o potencial de resíduos de casca de frutas estudados para uso terapêutico no combate a infecção por microrganismos multirresistentes (SALEEM & SAEED, 2019).

Já Tugba et. al. (2018) relataram o efeito de oligoelementos na produção de biohidrogênio a partir de resíduos de frutas e vegetais. O descarte de resíduos de frutas e vegetais acaba por um problema ambiental, contudo, a produção de biohidrogênio a partir da fermentação do material orgânico pode ser uma eficiente solução. Os

pesquisadores utilizaram 11 oligoelementos diferentes (Fe, Ni, Zn, Co, Cu, Mn, Al, B, Se, Mo e W) para testar a produção de biohidrogênio. Como resultado, foi possível aumentar os valores na produção de hidrogênio (H₂) aproximadamente 2 a 3 vezes.

Kaur, Ghoshal & Jain (2019) realizaram a bio-utilização de resíduos de frutas e vegetais para produzir β-caroteno em fermentação em estado sólido. Os autores citam em sua pesquisa que as indústrias de processamento de frutas e verduras produzem um grande desperdício na forma de cascas, sementes, líquidos e melão, e esses resíduos são uma boa fonte de carboidratos, proteínas, fibras, vitaminas e minerais. A caracterização da cor extraída foi realizada com técnicas como HPLC, LCMS, FTIR e Espectroscopia de Massa. A espectroscopia de massa da cor extraída confirmou a presença de β-caroteno. Além disso, a porcentagem de β-caroteno estimada por HPLC e LCMS foi superior a 76%, sugerindo que estes resíduos de frutas e vegetais podem ser utilizados para a produção de bio-corantes com elevada pureza e boas propriedades antioxidantes.

2.3 Alimentos funcionais e resíduos de frutas e vegetais

Atualmente, podemos observar uma mudança na abordagem da produção alimentar, onde há a preferência por menor processamento possível dos alimentos. Uma das categorias de alimentos que ganhou popularidade entre a população nos últimos anos e ainda está em ascensão é a comida funcional.

De acordo com Banerjee et. al. (2017) o enriquecimento de produtos alimentícios com compostos bioativos, contidos no bagaço de frutas e hortaliças, pode melhorar suas propriedades físicas e químicas. Isso chama um interesse crescente entre pesquisadores sobre o assunto, principalmente como uma forma de usar compostos naturais obtidos de bagaço em produtos alimentícios. A jabuticaba, por exemplo, possui propriedades funcionais, por exemplo, suporta o tratamento da asma, diarreia, distúrbios do estômago e do intestino ou inflamação da amígdala e ajuda a aumentar o nível de colesterol HDL (lipoproteína de alta densidade) (MOURA et. al. 2018).

Rana et. al. (2015) fizeram uma pesquisa para identificar as propriedades funcionais, constituintes fenólicos e potencial antioxidante de bagaço de maçã industrial para utilização como ingrediente alimentar ativo. Diferentes técnicas de secagem foram empregadas para remover o teor de umidade do bagaço de maçã fresca. O rendimento total de fibra dietética (74%) e o conjunto de propriedades funcionais como densidade, capacidade de retenção de água e óleo, capacidade de inchamento e índice de retardo de diálise de glicose (36,91%) foram melhores na fração liofilizada. A análise de RP-HPLC revelou a presença de quercetina, floriz e phloretin como fenólicos principais no bagaço. Assim, ficou evidente, a partir dos resultados, que o bagaço gerada em escala industrial pode ser utilizado como fonte de ingrediente alimentar dietético.

Ospina et. al. (2019) estudaram a utilização de bagaço de frutos, frutos maduros e resíduos de podas de arbustos da baba dos Andes (*Rubus glaucus Benth*) como

antioxidantes em emulsão de óleo em água. Os autores relataram que os extratos de bagaço de frutas controlaram a produção de hidroperóxidos e TBARS. Os resultados revelam a natureza complexa dos extratos brutos e a dificuldade de prever sua eficácia quando utilizado apenas os parâmetros de TPC, FRAP, ABTS, DPPH e coeficiente de partição.

Farinhas de subprodutos do buriti foram avaliadas como fontes de fibras alimentares e antioxidantes naturais por Resende et. al. (2019). As cascas e farinhas de polpa desengordurada do buriti são destacadas como aquelas com maior potencial antioxidante (polifenóis extraíveis totais e atividades antioxidantes por DPPH e FRAP) em comparação com endocarpo e farinhas de farelo produzidas manualmente. Após as análises, os autores destacaram que as farinhas de subprodutos do Buriti têm potencial para serem utilizadas como fontes de fibra alimentar e antioxidantes naturais nos alimentos.

3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para concluir, há ainda um longo caminho de pesquisas para serem realizadas em relação a utilização de resíduos de alimentos para beneficiar a população e evitar contaminação ambiental.

É possível concluir que as pesquisas acadêmicas estão avançando dia a dia, e hoje existe uma gama de aproveitamento de resíduos disponíveis, desde a utilização de cascas para produção de geleias até a fabricação de biopolímeros, filmes, corantes e ação antimicrobiana.

A disponibilidade desses resíduos quando comparadas alimentos saudáveis é bem mais farto, trazendo desta forma uma vantagem econômica as indústrias alimentícias, que podem utilizar seus resíduos para gerar ainda mais renda e ter o benefício de estar praticando sustentabilidade industrial.

REFERÊNCIAS

BRITO, T.b. et al. **Fruit and vegetable residues flours with different granulometry range as raw material for pectin-enriched biodegradable film preparation.** Food Research International, [s.l.], v. 121, p.412-421, jul. 2019. Elsevier BV.

FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura **National Food Loss and Waste Awareness Week.** Disponível em: <https://bit.ly/375FeFU>. Acesso em: nov. 2018.

FERREIRA, Andreia S. et. al. **Influence of grape pomace extract incorporation on chitosan films properties.** Carbohydrate Polymers. Volume 113, 26 November 2014, pages 490-499.

GUPTA, Nepta; PODDAR, Kasturi et. al. **Fruit waste management by pigment production and utilization of residual as bioadsorbent.** Journal of Environmental Management. Volume 244, 15 August 2019, pages 138-143.

J. Banerjee, R. Singh, R. Vijayaraghavan, D. MacFarlane, A.F. Patti, A. **Arora Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals.** Food Chemistry, 225 (2017), pages. 10-22.

Kazemi, Milad et. al. **Utilization of food processing wastes of eggplant as a high potential pectin source and characterization of extracted pectin.** Food Chemistry. Volume 294, 1 October 2019, pages 339-346.

L. Ranieri, G. Mossa, R. Pellegrino, S. Digiesi. **Energy recovery from the organic fraction of municipal solid waste: a real options-based facility assessment.** Sustain Times, 10 (2) (2018), pages. 368.

M.F. Bellemare, M. Çakir, H.H. Peterson, L. Novak, J. Rudi. **On the measurement of food waste.** Am. J. Agric. Econ., 99 (2017), pages. 1148-1158.

M.H.C. Moura, M.G. Cunha, M.R. Alezandro, M.I. Genovese. **Phenolic-rich jaboticaba (Plinia jaboticaba (Vell.) Berg) extracts prevent high-fat-sucrose diet-induced obesity in C57BL/6 mice.** Food Research International, 107 (2018), pages. 48-60.

MAJERSKA, Joanna; MICHALSKA, Anna; FIGIEL, Adam. **A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products.** Trends in Food Science & Technology. Volume 88, June 2019, pages 207-219.

OSPINA, Monica et. al. **Utilization of fruit pomace, overripe fruit, and bush pruning residues from Andes berry (Rubus glaucus Benth) as antioxidants in an oil in water emulsion.** Food Chemistry. Volume 281, 30 May 2019, pages 114-123.

RESENDE, Lais; FRANCA, Adriana; OLIVEIRA, Leandro. **Buriti (Mauritia flexuosa L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants.** Food Chemistry. Volume 270, 1 January 2019, pages 53-60.

LABA, S. **Proekologiczne działania w zakresie zagospodarowania odpadów w przemyśle owocowo-warzywnym. Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu,** 14 (5) (2012), pages 133-138.

S. Rana, S. Gupta, A. Rana, S. Bhushan **Functional properties, phenolic constituents and antioxidant potential of industrial apple pomace for utilization as active food ingredient.** Food Science and Human Wellness, 4 (4) (2015), pages 180-187.

SALEEM, Muhammed & TARIQ, Mohammed Tariq. **Potential application of waste fruit peels (orange, yellow lemon and banana) as wide range natural antimicrobial agente.** Journal of King Saud University – Science Available online 19 February 2019.

TSANG, Yiu Fai et. al. **Production of bioplastic through food waste valorization.** Environment International. Volume 127, June 2019, pages 625-644.

TUGBA, Keskin et. al. **Determining the effect of trace elements on biohydrogen production from fruit and vegetable wastes.** International Journal of Hydrogen Energy Volume 43, Issue 23, 7 June 2018, pages 10666- 10677.

WANG, Qingyao et al. **Design of carbon loaded porous TiO₂ foams by the hydrothermal-assisted annealing carbonization of fruit residue for solar-driven water evaporation.** Solar Energy Materials And Solar Cells, [s.l.], v. 202, p.110-116, nov. 2019. Elsevier BV.

EFEITO DA ESTRATÉGIA DE DESMAME SOBRE A RESPOSTA HEMATOLÓGICA, ANTI-HELMÍNTICA E O DESENVOLVIMENTO DE BEZERRAS DA RAÇA NELORE (*BOS INDICUS*)

Data de submissão: 22/12/19

Data de aceite: 27/02/2020

Daniela Póvoas Rios

Mestra - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/8955990484060010>

Lauro de Queiroz Saraiva

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/5974458851204039>

Anna Karoline Amaral Sousa

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/6656671248085354>

Herlane de Olinda Vieira Barros

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/8281333471408426>

Maria de Lourdes Guimarães Borges

Mestra - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/4650929838686743>

Francilene Miranda Almeida

Fiscal Agropecuaria – AGED - MA

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/3696127428099514>

Fernanda Augusta Marinho de Albuquerque

Mestre em Defesa Sanitária Animal

São Luís, MA, Brasil

<http://lattes.cnpq.br//2233279106686689>

Ilderlane da Silva Lopes

Doutoranda - Universidade Estadual do Maranhão

São Luís – Ma

<http://lattes.cnpq.br/3623925890221556>

Daniel Praseres Chaves

ProfºDrºUniversidade Estadual do Maranhão -

UEMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/3232220980563984>

Giselle Mesquita de França Galvão

Mestre em Defesa Sanitária Animal

São Luís, MA, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/4852503207203180>

Alcina Vieira de Carvalho Neta

Profª Drª Universidade Estadual do Maranhão -

UEMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/9948541592600727>

José Ribamar de Souza Torres Junior

ProfºDrºUniversidade Estadual do Maranhão -

UEMA

São Luís – MA

<http://lattes.cnpq.br/7462697632109147>

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar estratégias de manejo que reduzam o estresse pós-desmame e melhore a resposta hematológica, anti-helmíntica sobre o desenvolvimento ponderal de bezerras

da raça Nelore criadas em regime extensivo no Maranhão. Foram utilizadas 76 bezerras divididas em dois grupos experimentais (Pré-estresse e Estresse) de 38 animais submetidos à coleta de sangue, fezes, pesagem, vacinação, vermifugação e transporte para mudança de fazenda. Os parâmetros estudados foram hemograma completo, contagem de ovos por grama de fezes (OPG), bioquímica sanguínea e desenvolvimento ponderal. Tanto no ganho médio diário (GMD) quanto no peso total, os tratamentos aplicados nos dois grupos nas cinco pesagens não influenciaram no ganho de peso das bezerras. Na contagem de OPG não houve diferença significativa entre os grupos e entre os tratamentos, exceto na segunda coleta (Desmame) onde ocorreu um aumento no número de OPG do grupo estresse ($406,75 \pm 116,4$) e uma variação menor no grupo pré-estresse ($258,11 \pm 69,1$). No hemograma, não houve diferença significativa entre os tratamentos ($P > 0,05$) nos cinco momentos estudados nos dois grupos. Porém, a contagem de leucócitos totais dos dois grupos experimentais demonstrou leucocitose em todos os períodos. Na bioquímica sanguínea, tanto os valores das proteínas totais quanto da albumina encontravam-se mais baixos que os de referência e os valores do cálcio e do fósforo, em níveis mais altos. Os resultados obtidos revelaram que a estratégia de desmame não se mostrou eficiente, visto que os dois grupos experimentais responderam de forma semelhante aos tratamentos a que foram submetidos.

PALAVRAS-CHAVE: Bovinos. Desmame. Estresse.

EFFECT OF WEANING STRATEGY ON HEMATOLOGIC RESPONSE, ANTHELMINTIC AND DEVELOPMENT OF NELORE FEMALE CALVES (*BOS INDICUS*)

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate management strategies that reduce post-weaning stress and improve the hematological and anthelmintic response on the ponderal development of Nelore calves raised extensively in Maranhão. Seventy-six heifers were divided into two experimental groups (Pre-stress and Stress) of 38 animals submitted to blood collection, feces, weighing, vaccination, vermifugation and transportation to farm change. The parameters studied were complete blood count, egg count per gram of feces (OPG), blood biochemistry and weight development. In both the average daily gain (ADG) and the total weight, the treatments applied in the two groups in the five weighings did not influence the heifer weight gain. In the OPG count, there was no significant difference between the groups and between treatments, except for the second collection (Weaning), where there was an increase in the number of OPGs in the stress group (406.75 ± 116.4) and a smaller variation in the pre-group (258.11 ± 69.1). In the hemogram, there was no significant difference between the treatments ($P > 0.05$) in the five moments studied in the two groups. However, the total leukocyte count of the two experimental groups showed leukocytosis at all periods. In blood biochemistry, both total protein and albumin values were lower than baseline and calcium and phosphorus values were higher. The results showed that the weaning strategy was not efficient, since the two experimental groups responded in a similar

way to the treatments to which they were submitted.

KEYWORDS: Cattle. Weaning. Stress.

1 | INTRODUÇÃO

O desmame tradicional de bovinos ocorre entre o sexto e o sétimo mês de idade, para não prejudicar o desenvolvimento do bezerro. Nesta idade o bezerro já tem plena condição de utilizar forragem como única fonte de nutrientes, sendo pequena a participação do leite na dieta dos bezerros a partir do terceiro mês de lactação (OLIVEIRA et al., 2007).

Adicionalmente, a época de desmame é considerada um período de elevado estresse para vaca e bezerro. Pois em grande parte dos rebanhos de cria a desmama é realizada de maneira abrupta, com a separação do par mãe/cria e concomitante manutenção das duas categorias em áreas distintas muitas vezes afastadas evidenciando que o método tradicional de aparte traz consequências negativas sobre a produção e o bem-estar animal. Isto resulta em menor desempenho no período subsequente a recria e redução da imunidade, tornando o bezerro mais susceptível a doenças (HALEY, 2005).

O termo “estresse” é aplicado a qualquer mudança drástica em demasia no ambiente, capaz de induzir respostas que afetam a fisiologia, comportamento e produção do animal. As principais vias de desenvolvimento da condição estressante são marcadas pela ativação do eixo estresse-imunológico, podendo levar ao aumento da susceptibilidade a doenças e baixa resposta imune. O estresse por manejo tem sido reconhecido como importante causador de anormalidades clínicas com implicações econômicas relevantes em bovinos (ESKANDARI ; STERNBERG, 2002).

Estudos recentes, no Brasil e no mundo, têm demonstrado a importância do leucograma como indicador de estresse no desmame e no transporte de bovinos (PAES et al., 2012). Já a avaliação da deficiência de fósforo em ruminantes (DUARTE et al., 2011) e a determinação dos parâmetros hematológicos e bioquímicos indicam a presença de estresse produzido pelo desmame precoce (COPPO et al., 2003).

Dessa forma, o presente trabalho objetivou determinar o impacto de algumas estratégias e técnicas de manejo (desmame, transporte, vacinação, vermifugação) na resposta hematológica, anti-helmíntica e no desenvolvimento ponderal de bezerras da raça Nelore criadas em regime extensivo em dois municípios de Parnarama e Buriti Bravo do Estado do Maranhão.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em duas propriedades rurais localizadas nos municípios de Parnarama e Buriti Bravo pertencentes à microrregião de Caxias,

mesorregião Leste Maranhense, entre Outubro de 2011 a Fevereiro de 2012. Foram utilizadas 76 fêmeas bovinas da raça nelore (*Bos indicus*), com idade entre 6 a 10 meses. As bezerras foram divididas em dois grupos experimentais homogeneamente distribuídos com 38 animais cada, submetidas a avaliações zootécnicas, para a padronização e redução das diferenças genotípicas, fenotípicas e nutricionais, minimizando assim, o erro experimental.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, utilizando como tratamentos experimentais a vacinação e a vermifugação feitas um mês antes do desmame (PRÉ-ESTRESSE; tratamento pré-desmame; com minimização do estresse; n=38) ou todos os manejos realizados simultaneamente na ocasião do desmame (ESTRESSE; tratamento convencional; com estresse do desmame associado; n=38). O delineamento experimental está ilustrado na Figura 1.

As vacinas e anti-helmínticos, foram administrados por via subcutânea em dosagem adequada à categoria animal em estudo. Foram mantidos os mesmos lotes e partidas dos fármacos para todos os animais experimentais. Utilizaram-se as vacinas Raivacell®, PoliStar® e Bovicel® (Vallée S.A, São Paulo, Brasil) contra raiva, clostridioses e febre aftosa, respectivamente. O anti-helmíntico utilizado foi a abamectina 1% (Ourofino Agronegócio®, São Paulo, Brasil).

Realizou-se inicialmente a pesagem dos animais (grupos pré-estresse e estresse) e submetidas à coleta de sangue e fezes simultaneamente. Os animais do grupo pré-estresse (n=38) foram imediatamente vacinados e vermifugados. Os animais do grupo estresse (n=38) foram submetidos à vacinação e vermifugação, após trinta dias, já aos sete meses de idade. Nesta ocasião, todas as 76 bezerras foram aferidas, desmamadas e submetidas a transporte rodoviário para outra propriedade no município de Buriti Bravo (MA) localizada a 30 km de distância, com duração total de duas horas.

Nesta propriedade, realizaram-se a terceira, quarta e quinta aferições, todas com intervalos de 30 dias, coincidindo com o oitavo, nono e décimo mês de idade, respectivamente. Na quinta e última coleta não foram colhidas fezes (conforme manejo parasitológico).

As coletas de sangue foram realizadas pela manhã, horário em que a temperatura climática está mais baixa favorecendo o conforto térmico para o animal e evitando alterações no resultado laboratorial dos exames. Foram colhidas por meio de punção da veia jugular diretamente em dois frascos estéreis de vidro sendo um tubo à vácuo de 5 m L (Vacutainer®, Becton Dickinson Ind. Cirúrgicas Ltda., Brasil), contendo anticoagulante em temperatura ambiente e o outro tubo à vácuo de 10 m L sem anticoagulante, ambos acondicionados em caixas isotérmicas com gelo para transporte até o laboratório. Cada amostra de 10 m L foi centrifugada (900 giros por 10 minutos; Centrifuga Excelsa Baby, Fanem), e o soro foi separado por aspiração com pipeta automática, dividido em cinco alíquotas e colocado em microtubos plásticos estéreis com tampa (Eppendorf®, Alemanha) identificados e estocados em caixas apropriadas a uma temperatura de -20 °C. Foram submetidas as análises bioquímicas

de proteína total, albumina, ureia, glicose, fósforo e cálcio realizadas por meio de métodos colorimétricos em analisador bioquímico automático (espectrofotômetro) (SBA 200- CELM®) de acordo com instruções constantes nos manuais dos kits do fabricante utilizando reagentes bioquímicos comerciais Labtest (Diagnóstica S.A. ®Lagoa Santa, MG).

As amostras de 5 mL de sangue contendo anticoagulante, foram determinados os valores do eritograma (contagem do número total de hemácias, concentração de hemoglobina, determinação do hematócrito) e do leucograma (contagem do número total de leucócitos e contagem diferencial de leucócitos). O hemograma foi determinado em um analisador eletrônico hematológico (Bio 1800-Vet Bioeasy®) de acordo com instruções do fabricante, segundo método descrito por Jain (1993). A contagem diferencial dos leucócitos (monócitos, linfócitos, neutrófilos segmentados e eosinófilos) foi realizada em esfregaços sanguíneos, corados pelo princípio de Romanowsky (1891) utilizando-se o corante rápido panótico Newprov® e armazenadas em caixas plásticas apropriadas. A leitura foi realizada mediante análise de 100 células por lâmina, em objetiva de imersão (100x) em um microscópio Zeiss®, modelo Primo Star.

Foram colidas fezes (de todos os animais 30 dias antes do desmame, no desmame e, aos 30 e 60 dias pós-desmame) diretamente da ampola retal em sacos plásticos, identificados e acondicionados em caixas de isopor com gelo e transportadas até o laboratório para o processamento dos exames parasitológicos de acordo com a técnica descrita por Gordon e Whitlock (1939). Para facilitar a construção da tabela na exposição dos resultados, os parâmetros avaliados foram identificados da seguinte forma: A (OPG); B (Leucócitos); C (Eosinófilos); D (Linfócitos); E (Monócitos); F (Segmentados); G (Hemácias); H (Hematócrito); I (Hemoglobina); J (Proteínas totais); K (Albumina); L (Ureia); M (Glicose); N (Fósforo); O (Cálcio);

Foi aferido o peso corporal (kg) e o escore de condição corporal (ECC) segundo Machado et al. (2008). As mensurações foram realizadas 30 dias antes do desmame, ao desmame e, aos 30, 60 e 90 dias pós-desmame, para obtenção dos ganhos médios diários (GMD) pela diferença de peso dividida pelo número de dias entre as pesagens.

A análise dos dados foi realizada com auxílio do software Statistical Analysis System for Windows SAS® (SAS, 2001). Através do aplicativo GUIDED DATA ANALYSIS do SAS®, os dados foram testados quanto à normalidade dos resíduos e à homogeneidade das variâncias, sendo verificada a necessidade de transformação dos dados (logaritmo na base 10 – $\log_{10} X$; Raiz quadrada – \sqrt{X} ; Quadrado – X^2), de tal modo que esses atendam às pressuposições da análise de variância. As variáveis foram expressas em média e erro padrão da média (média \pm EPM) e analisadas por ANOVA para medidas repetidas no tempo usando o aplicativo PROC MIXED do SAS®. O nível de significância adotado para rejeitar H_0 (hipótese de nulidade) foi de 5%.

O projeto foi submetido à Comissão de Ética e Experimentação Animal (CEEA) da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) sob protocolo nº 038/2011.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados mostraram que houve maior ganho de peso diário nos animais tratados 30 dias antes do desmame (tratamento pré-estresse) ($P < 0,05$). Porém, em ambos os tratamentos, o peso corpóreo aumentou progressivamente no período avaliado, sem diferença significativa entre os grupos avaliados (estresse e pré-estresse) nas cinco pesagens realizadas, apesar do manejo de desmame.

A curva de crescimento ponderal apresentou-se eficiente e o ganho de peso satisfatório com a vermifugação dos bovinos, confirmando as observações de Sanson et al. (2003), que citam em sua pesquisa que o controle dos nematódeos gastrintestinais está associado a significativos benefícios econômicos relacionados ao ganho de peso. Contudo, o déficit no ganho de peso associado ao estresse, não foi observado, as bezerras dos dois grupos ganharam peso e se desenvolveram de forma semelhante durante o período estudado.

Esses resultados ocorreram de forma semelhante aos de Toma et al. (2008) estudando bezerras da raça Brangus em pesquisa realizada no estado de São Paulo (SP), Brasil, onde houve ganho de peso em dois grupos experimentais submetidos a protocolos diferentes de tratamento anti-helmíntico ao longo do período de observação e aos de Vaz et al. (2011) que encontraram similaridade no ganho de peso diário em dois grupos estudados; bezerros em desmame precoce e bezerros em desmame à idade convencional no Estado do Rio Grande do Sul (RS), Brasil.

Na contagem de OPG não houve diferença significativa entre os grupos e entre as coletas, com exceção da 2ª coleta (desmame) onde se pode observar um aumento no número de OPG do grupo estresse ($406,75 \pm 116,4$) e uma variação menor no grupo pré-estresse ($258,11 \pm 69,1$).

Tanto nas bezerras do grupo pré-estresse que foram vermifugadas trinta dias antes do desmame quanto nas bezerras do grupo estresse, vermifugadas na ocasião do desmame, houve o aumento do OPG, esse fato pode ser justificado pelo maior consumo de forragem que ocorre naturalmente nessa fase da vida do animal, visto que as pastagens são a principal via de infecção por nematódeos gastrointestinais para os bovinos. Porém essa pequena variação não caracterizou clinicamente infecção nos dois grupos. Segundo Ueno et al. (1998) pode-se considerar infecção quando o animal está parasitado com uma média de 200 a 700 OPG, apesar deste fato ter ocorrido nos dois grupos na 2ª coleta, nenhum dos animais do presente estudo manifestou sintomatologia clínica de infecção, evidenciando que o tratamento anti-helmíntico foi eficiente para redução do OPG nos dois grupos experimentais.

Em relação ao hemograma, as variáveis da série vermelha (eritrograma) não apresentaram diferenças significativas entre os grupos e entre as coletas ($P > 0,05$). Segundo os valores de referência para o eritrograma sugeridos por Jain (1993), os animais não apresentaram anemia em nenhum momento do experimento. De forma contrária, no experimento de Toma et al. (2008) estudando dois grupos de vinte bezerras

zebuínas criadas sob regime extensivo, os valores do eritrograma nos dois grupos experimentais, demonstraram o aumento do número de hemácias, da concentração de hemoglobina e do volume globular.

Os parâmetros hematológicos podem ser citados como importante ferramenta para avaliar tanto o estado de saúde do animal como o grau de estresse térmico ao qual ele está sendo submetido (ROBERTO et al., 2010). Essa afirmativa se torna válida quando o presente estudo é comparado aos resultados observados por Ferreira et al. (2009) estudando o eritrograma de 71 bezerros divididos em dois grupos, um submetido a condições de termoneutralidade e outro ao estresse calórico, encontrou valores para eritrócitos, hemoglobina e hematócrito mais elevados no período da tarde quando comparados aos do período da manhã.

Ainda em relação ao hemograma, não houve diferença significativa ($P > 0,05$) nos cinco momentos estudados e nos dois grupos. Não ocorreram variações significativas nas contagens diferenciais de eosinófilos, linfócitos, monócitos e segmentados. Esses resultados diferem dos encontrados por Paes et al. (2012) que observaram aumentos significativos nas contagens diferenciais de leucócitos em três grupos de bezerros de sete a oito meses de idade, mais especificamente, no grupo desmame e no grupo desmame após o transporte rodoviário por quatro horas, em pesquisa realizada no Estado do Espírito Santo, Brasil. Cole et al. (1988) submeteram, ao transporte em caminhões comerciais, 150 novinhos divididos em dois grupos durante 12 ou 24 horas. Em todos os grupos, a contagem diferencial dos leucócitos foi indicativa de resposta ao estresse, observando-se que quanto maior o tempo do transporte, maior o grau de estresse e do número de leucócitos, neutrófilos segmentados, linfócitos e eosinófilos. Swanson e Morrow-Tesch (2001) afirmam que o transporte de bovinos pode resultar em uma supressão do sistema imunológico, podendo levar ao aumento da susceptibilidade a doenças.

As medianas das contagens de leucócitos totais dos dois grupos experimentais ficaram acima dos valores normais de referência para a espécie bovina em todas as coletas. Quando comparados aos valores da literatura nacional para a raça Nelore, os valores de leucócitos totais obtidos foram próximos aos relatados por Toma et al. (2008), e Paes et al. (2012). Esse aumento no número de leucócitos totais é compatível com a liberação de leucócitos do compartimento marginal para o compartimento circulante do vaso sanguíneo por influência da adrenalina liberada no estresse (JAIN, 1993), observada na pesquisa de Coppo et al. (2003) que também investigando o desmame de bezerros relataram alterações leucocitárias semelhantes a recente pesquisa. Entretanto, Bueno et al. (2003) não observou alterações no leucograma de animais em desmame. De acordo com relatos de Paes et al. (2012) ocorre leucocitose em bovinos submetidos ao transporte rodoviário após o desmame, este fato pode também explicar o aumento no número de leucócitos totais observado nas bezerras do presente experimento.

Observa-se ainda que o aumento nos valores dos leucócitos totais, pode ter

ocorrido devido a recente vacinação das bezerras contra raiva, febre aftosa e clostridioses. Esse contato recente com anticorpos vacinais e o estresse do desmame e dos demais manejos são fatores que influenciam no leucograma. Como o aumento ocorreu de forma semelhante para ambos os tratamentos, podemos afirmar que é possível realizar a vacinação na ocasião do desmame. Portanto, a resposta hematológica varia de acordo com as condições em que os animais são submetidos (JAIN, 1989; COLE et al., 1997).

Pode-se inferir ainda que essa leucocitose teve provavelmente caráter transitório no momento do estresse das coletas de sangue, fezes e pesagem dos animais. A excitação animal resulta na liberação de epinefrina, a qual pode levar a mudanças no leucograma, chamado de leucocitose fisiológica. A leucocitose fisiológica pode ocorrer em casos de estresse (JAIN, 1993). Devido à liberação de adrenalina (estresse agudo) nas bezerras, ocorreu leucocitose fisiológica devido à mobilização de neutrófilos maduros e/ou linfócitos do pool marginal para o pool circulante na corrente sanguínea (JAIN, 1993; LOPES et al., 2007; TORNQUIST; RIGAS, 2010).

Os valores de referência para as variáveis hematológicas citadas por Jain (1993) e utilizados neste estudo são aplicáveis a bovinos oriundos de pesquisas com animais de clima temperado do hemisfério norte criados em regime intensivo e alimentação a base de concentrado. Este fato nos leva a refletir sobre a leucocitose ocorrida, visto que ainda não existem valores de referência para as raças zebuínas criadas extensivamente em clima tropical no nordeste do Brasil. Birgel Júnior et al. (2001) afirmam que os valores de referência para a interpretação dos parâmetros sanguíneos devem ser preferencialmente regionais, pois são influenciados de acordo com a espécie, sexo, raça, idade, estado fisiológico, hora do dia, umidade relativa do ar e temperatura ambiente.

Em relação às concentrações séricas de ureia e glicose avaliadas no soro das bezerras em estudo, não houve diferenças significativas entre os tratamentos e tampouco entre as coletas avaliadas permanecendo os valores encontrados dentro da normalidade para a espécie segundo Kaneko et al. (2008). Animais jovens podem ter baixos valores de ureia devido ao elevado consumo de líquidos, que por sua vez aumenta o fluxo urinário, caracterizando um estado de anabolismo, típico da fase de rápido crescimento que ocorre com bezerras. Diferentemente dos resultados dessa pesquisa, Birgel Júnior (2001) em seus estudos com zebuínos da raça nelore, detectou que os valores de ureia foram significativamente mais elevados em animais estressados e determinou também valores de ureia nas fêmeas superiores aos valores encontrados nos machos.

De acordo com Mondal e Prakash (2004), bezerros desmamados e novilhas jovens têm elevados níveis de glicose no sangue devido à alta atividade de enzimas hepáticas responsáveis pela liberação de glicose. As altas demandas energéticas durante o rápido crescimento de animais jovens pode ser o ponto de partida para a liberação da glicose hepática a qual é convertida para acetilcolina e usada como

energia. Em animais mais jovens o hormônio do crescimento (GH) plasmático está presente em concentrações mais altas. Sendo o GH responsável pela maior emissão de glicose hepática, os teores de glicose no sangue estarão mais elevados de forma a fornecer a energia necessária durante o crescimento. Desta forma, a diminuição dos teores plasmáticos de glicose durante o aumento da faixa etária é provavelmente o reflexo da diminuição do GH plasmático (MONDAL; PRAKASH, 2004).

Apesar de não ter ocorrido diferenças significativas entre os grupos e coletas ($P>0,05$) observa-se que tanto os valores séricos das proteínas totais quanto da albumina encontram-se mais baixos que os de referência. Em resposta a estímulos de estresse, as concentrações sanguíneas de proteínas aumentam em bovinos, porém este fato não ocorreu nesta pesquisa. Neste estudo, dentre os fatores que poderiam interferir na concentração de proteínas totais e de albumina foi o nutricional, visto que existe diferença de alimentação no sistema de criação intensivo e extensivo. Rekwot et al. (1989) submeteram animais zebuínos a diversos planos nutricionais. Os animais que receberam alimentação de melhor qualidade apresentaram maiores teores de proteína total sérica. Com essa afirmação pode-se pensar na hipótese de que as bezerras poderiam estar com seu estado nutricional desequilibrado em virtude do baixo teor proteico das pastagens, visto que sua alimentação não é complementada como aquela dos bovinos confinados que recebem ração balanceada para atender suas necessidades metabólicas e assim favorecer o ganho em peso.

As concentrações séricas de cálcio (Ca) e fósforo (P) observadas apresentaram-se elevadas provavelmente em decorrência do crescimento das bezerras e da alta taxa de absorção de minerais pelo trato gastrointestinal das mesmas. Segundo Bhattacharyya et al. (1994), os níveis de cálcio e fósforo são significativamente maiores na fase pré-púbere (seis-dez meses). Além disso, o Ca e o P têm participação como componentes estruturais dos tecidos corporais (TOKARNIA, 2000).

4 | CONCLUSÃO

A estratégia de desmame utilizada no experimento como efeito de estresse não influenciou no eritrograma, na bioquímica sanguínea e no desenvolvimento ponderal das bezerras. A vacinação, vermifugação e o transporte rodoviário, apesar do estresse comportamental que ocasionam podem ser realizados no momento do desmame sem prejudicar o desenvolvimento dos animais. As alterações no leucograma devido ao manejo das bezerras caracterizam o mesmo como um bom indicador de estresse ao desmame. Os dois grupos experimentais responderam de forma semelhante aos manejos a que foram submetidos.

REFERÊNCIAS

- BHATTACHARYYA, B. N.; TALUKDER, S. C.; BARUAH, R. N. **Influence of age on macro elements status of non-descript goat**. Indian Veterinary Journal, v.71, p.338-340, 1994.
- BIRGEL JÚNIOR, E. H.; **Valores de referência do eritrograma de bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.53, n. 2, p.164-171, 2001.
- BUENO, A.R.; RASBY, R.; CLEMENS, E.T. **Age at weaning and the endocrine reponse to stress**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, Belo Horizonte, v.55, n.1, p.1-7, 2003.
- COLE, N.A.; CAMP, T.H.; ROWE, J.R; STEVENS, D.G.; HUTCHESON, D.P. **Effect of transport on feeder calves**. American Journal of Veterinary Research, v.49, n.2, p.178-1833, 1988.
- COPPO, J.A.; MUSSART, N. B.; REVIDATTI, M. A.; CAPELLARI, A. **Absence of biochemically demonstrable stress in early weaned half-bred zebu calves**. Ciencia Investigación Agraria., v.30, n.2, p.97-105, 2003.
- DUARTE, A.L.L.; PIRES, M. L. S.; BARBOSA, R. R.; DIAS, R.V. C.; SOTO-BLANCO, B. **Avaliação da deficiência de fósforo em ruminantes por meio de bioquímica sérica**. Acta Veterinaria Brasilica, v.5, n.4, p.380-384, 2011.
- ESKANDARI, F.; STERNBERG, E. M. **Neural-immune interactions in health and disease**. Annals of the New York Academy of Sciences, v.966, p.20–27, 2002.
- FERREIRA, F.; CAMPOS, W. E.; CARVALHO, A. U.; PIRES, M.F.A.; MARTINEZ, M.L.; SILVA, M.V.G.B.; VERNEQUE, R. S.; SILVA, P. F. **Parâmetros clínicos, hematológicos, bioquímicos e hormonais de bovinos submetidos ao estresse calórico**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.61, n.4, p.769-776, 2009.
- GORDON, H. M.; WHITLOCK, H. V. **A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces**. Journal of the Council for Scientific and Industrial Research, v.12, n.1, p.50-52, 1939.
- HALEY, D. B. **The effects of weaning beef calves in two stages on their behavior and growth rate**. Journal of Animal Science, v.83, p.22-25, 2005.
- JAIN, N.C. Essentials of veterinary hematology. Philadelphia: Lea & Febiger, 417 p.1993.
- JAIN, N.C. **Haematological changes in buffalo calves inoculated with Escherichia coli endotoxin and corticosteroids**. Research Veterinary Science, v.47, n.3, p.305-308, 1989.
- KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6.ed. San Diego: Academic, 2008. 916p.
- LOPES, S.T.A.; BIONDO, A. W.; SANTOS, A. P. **Manual de Patologia Clínica Veterinária**. 3.ed. Santa Maria, 2007. 107p.
- MACHADO, R.; CORRÊA, R. F.; BARBOSA, R. T. **Escore da condição corporal e sua aplicação no manejo reprodutivo de ruminantes**. São Carlos: EMBRAPA, 2008. 16p.
- MONDAL, M.; PRAKASH, B. S. **Changes on plasma non-esterified fatty acids, glucose and α -amino nitrogen and their relationship with body weight and plasma growth hormone in growing buffaloes (*Bubalus bubalis*)**. Journal of Animal Physiology and Animal Nutritional, v.88, n.5-6, p.223-228, 2004.
- OLIVEIRA, J. S.; ZANINI, A. M.; SANTOS, E. M. **Fisiologia, manejo e alimentação de bezerras de**

corte. Arquivos de Ciências Veterinária e Zoologia, v.10, n.1, p.39-48, 2007.

PAES, P. R.O.;GONÇALVES, R. C.; BARIONI, G.; LEME, F.O. P.; MELO, M. M.; CRU, M. O **leucograma como indicador de estresse no desmame e no transporte rodoviário de bovinos da raça Nelore.** Semina: Ciências Agrárias, v.33, n.1, p.305-312, 2012.

REKWOT, P. I.; OYEDIPE, E. O.; AKEREJOLA, O. O.; VOH, A. A.; DAWUDA, P. M. **Serum biochemistry of Zebu bulls and their Friesian crosses fed two planes of protein.** British Veterinary Journal,v.145, n.1, p.85-88, 1989.

ROBERTO, J.V. B.; SOUZA, B. B.; SILVA, A. L .N.; JUSTINIANO, S.V.; FREITAS, M. M. S.; **Parâmetros hematológicos de caprinos de corte submetidos a diferentes níveis de suplementação no semi-árido paraibano.** Revista Caatinga, v.23, n.1, p.127-132, 2010.

ROMANOWSKY, D.L. **Zurfrage der parasitologieundtherapie der malaria.** *St Petersburg Med Wochenschr*, v.16, p.307–315,1891.

SANSON, D.W.; DEROSA, A.A.; OREMUS, G.R.; FOIL, L .D. **Effect of horn fly and internal parasite control on growth of heifers.** *Veterinary Parasitology*, v.117, p.291-300, 2003.

SWANSON, J.C.; MORROW-TESCH, J. **Cattle transport: historical, research, and future perspectives,** *Journal of Animal Science*, E. Supplement p.102-109, 2001.

TOKARNIA C. H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. **Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo.** *Pesquisa Veterinária Brasileira*,v. 20, p.127-138,2000.

TOMA, H.S.; LOPES, R.S.; TAKAHIRA, R.K.; MONTEIRO, C. D.; MARTINS, T.F.; PAZ E SILVA, F.; CUROTTO, S.R. **Avaliação de hemograma, proteína sérica, albumina, opg e ganho de peso em bezerros da raça Brangus Brasil submetidos a dois protocolos de tratamento anti-helmíntico.** *ARS VETERINARIA*,v.24, n.1, p.44-52, 2008.

TORNQUIST, S. J.; RIGAS, J. **Interpretation of ruminant leukocyte responses** In: WEISS, D.J.; WARDROP, K.J. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6.ed. Philadelphia: A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, p.307-313, 2010.

UENO, H.; GONÇALVES, P. E. **Diagnosis of helminthiasis of ruminants.** 4 ed.,Tokyo, Japan International Cooperation Agency,1998, p.14.

VAZ, R. Z.; LOBATO, J. F. P.; PASCOAL, L. L. **Desenvolvimento de bezerros de corte desmamados aos 80 ou 152 dias até os 15-16 meses de idade.** *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.1, p.221-229, 2011.

ESTUDO DA ESPÉCIE *MACROPTILLIUM LATHYROIDES* COMO UMA ESPÉCIE COM PROPRIEDADE BIOTIVA, UMA FLOR COMESTÍVEL

Data de aceite: 27/02/2020

Marabá – Pará

<http://lattes.cnpq.br/5000663767470094>

Mayara Marques Lima

Instituto Federal do Estado do Pará, Campus
Marabá Industrial
Marabá – Pará

<Http://lattes.cnpq.br/0481347700686655>

Jessica Neves da Silva de Almeida

Instituto Federal do Estado do Pará, Campus
Marabá Industrial
Marabá – Pará

<Http://lattes.cnpq.br/90752709696882334>

Wallinson Pires da Cruz

Instituto Federal do Estado do Pará, Campus
Marabá Industrial
Marabá – Pará

<http://lattes.cnpq.br/2587461100834885>

Ricardo Pereira Moraes

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará,
Campus Marabá
Marabá – Pará

<Http://lattes.cnpq.br/3662234137880173>

Márcia Denise da Rocha Collinge

Instituto Federal do Estado do Pará, Campus
Belém
Belém-PA

<Http://lattes.cnpq.br/1262956754935486>

Rosemary Maria Pimentel Coutinho

Instituto Federal do Estado do Pará, Campus
Marabá Industrial

RESUMO: A *Macroptilium lathyroides* (L) Urb. ocorre espontaneamente na Região Sudeste do Pará e suas flores apresentam coloração avermelhada intensa, sendo a principal característica que indica a presença de antocianinas. O objetivo deste trabalho foi identificar, quantificar e avaliar a extração mais eficaz de antocianinas totais nas flores de *M. lathyroides*. A extração dos pigmentos foi realizada pelo método de pH único, sendo utilizadas as concentrações de etanol à 70%, 85% e 95%. A técnica de cromatografia em papel (CP) foi utilizada para detecção da presença de antocianinas, sendo utilizada como solvente a solução de BAW (butanol – ácido acético – água, na proporção 4: 1: 5) e a quantificação foi realizada através do método espectrofotométrico UV-Vis marca HACH, modelo DR3900, a 535nm. Os resultados foram positivos para o teste de detecção nas três concentrações de etanol citadas acima, cujos fatores de retenção (Rf) foram de (0,44-1,9-3,2) cm, respectivamente. As concentrações detectadas na quantificação do teor de antocianinas exibiram valores de 112-548,17-1129 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Através dos resultados obtidos, comprovou-se a presença de antocianina na flor e seus teores em etanol

85% e 95% foram considerados como alto quando comparado com outros trabalhos.

PALAVRAS-CHAVE: Extração, Teor, Pigmentos, Concentrações, Flores.

STUDY OF THE SPECIES *MACROPTILLIUM LATHYROIDES* AS A SPECIES WITH BIOTIVE PROPERTY, AN EDIBLE FLOWER

ABSTRACT: The *Macroptilium lathyroides* (L) Urb. occur spontaneously in the Southeastern Region of Pará and its flowers present intense reddish coloration, being the main characteristic that indicates the presence of anthocyanins. The objective of this paper was to identify, quantify and evaluate the most effective extraction of total anthocyanins in *M. lathyroides* flowers. The extraction of the pigments was performed by the single pH method, using ethanol concentrations at 70%, 85% and 95%. The paper chromatography (PC) technique was used to detect the presence of anthocyanins, using a 4: 1: 5 ratios of BAW (butanol - acetic acid - water) as a solvent and quantification was performed by the method HACH UV-Vis spectrophotometer, model DR3900, at 535nm. The results were positive for the detection test at 70%, 85% and 95% ethanol concentrations, retention factor (Rf) of 0.44 cm, 1.9 cm and 3.2 cm, respectively. The concentrations detected in quantifying anthocyanin content showed values of 112 mg / 100 g, 548.17 mg / 100 g and 1129 mg / 100 g, respectively. Through the obtained results, the presence of anthocyanin in the flower and its ethanol contents at 85% and 95% were considered high when compared to other studies.

KEYWORDS: Extract, Content, Pigments, Concentrations, Flowers.

1 | INTRODUÇÃO

Compostos fenólicos são metabolitos secundários encontrados em frutas, hortaliças, leguminosas, entre outros. É um grupo conhecido pela atividade antioxidante, sendo um importante auxiliar no combate aos radicais livres (CALVETE *et al.*, 2008).

Os flavonoides são compostos bioativos pertencentes ao grupo dos compostos fenólicos e, largamente encontrados nas mais variadas plantas. São responsáveis por diversas funções nas plantas, sendo uma das principais classes de pigmentos responsáveis pela tonalidade de cores nas flores, frutos e folhas (SANTOS; RODRIGUES, 2017).

A atividade antioxidante dos flavonoides nos seres vivos tem sido confirmada por múltiplas pesquisas e constatou-se que esta propriedade depende das espécies vegetais, origem geográfica e tempo de colheita (CARDOSO; LEITE, PELUZIO, 2011).

Antocianinas são os pigmentos da classe dos flavonoides, responsáveis pelas cores vermelha, azul e roxa de várias flores e frutas. Além de conferir cor, as antocianinas desempenham as funções de ação antioxidante, proteção à ação da luz, mecanismo de defesa e função biológica (LOPES *et al.*, 2007).

Tem-se observado uma crescente preferência pelas antocianinas pelos diversos

seguimentos industriais, pois são fontes naturais e tem efeito benéfico à saúde. O interesse pela utilização destes pigmentos naturais aumenta a partir de evidências sobre a toxicidade de pigmentos sintéticos e seu uso ser limitado (SCHIOZER; BARATA, 2007).

Embora existam diversas fontes de antocianinas como a uva, a cereja, o morango, a amora, a jaboticaba, o repolho roxo, a berinjela, o feijão, entre outras, apenas a uva e o repolho roxo são fontes de antocianinas comercialmente utilizadas (TEIXEIRA; STRINGHETA; OLIVEIRA, 2008).

A *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb., conhecida popularmente como figo-de-pombo ou feijão de porco, é uma espécie de leguminosa que possui ciclo reprodutivo curto e capacidade de se adaptar em diferentes ambientes agrícolas (SILVA *et al.*, 2018).

A flor de *M. lathyroides* apresenta coloração purpura intensa, sendo uma das principais características que indicam a presença de antocianinas (Figura 1).



Figura 1 – Flor de *Macroptilium lathyroides*.

Fonte: Autores (2018).

Com base no exposto, é relevante estudá-la para tomar conhecimento de suas propriedades e características, sobretudo diante do fato de que há poucos estudos descritos na literatura relacionados à presença de antocianinas nesta flor.

O objetivo principal do presente trabalho foi detectar a presença de antocianinas nos extratos da flor de *M. lathyroides* e quantificar os teores de antocianinas totais, em diferentes concentrações de etanol.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material botânico (flores) foi realizada nas vias principais do bairro Nova Marabá, da cidade de Marabá-PA. Após coleta, foram submetidas a uma triagem através da separação manual das flores, com vistas à eliminação de material estranho (Figura 2).



Figura 2 – Material botânico separado.

Fonte: Autores (2018).

3 | EXTRATO CONCENTRADO

A extração dos pigmentos foi adaptada a partir do trabalho de Fuleki e Francis (1968). As amostras (pétalas de flores) foram previamente trituradas e pesados 5 g., às quais foram adicionados 30 mL de solvente extrator etanol 70% - HCl 1,5N (85/15). O material foi deixado em repouso por 24 horas a 5°C, ao abrigo da luz, para extração. Após esse período, o material foi submetido à filtração simples, e logo após, o extrato foi transferido para balão volumétrico de 50 mL, envolto em papel alumínio, tendo seu volume completado com o solvente extrator, formando o Extrato Concentrado. Procedimento semelhante foi realizado nas concentrações de 85% e 95% de etanol.

3.1 DETECÇÃO DAS ANTOCIANINAS

A detecção da presença de antocianinas na flor de *M. lathyroides*, foi realizada através da técnica de cromatografia, em papel (CP). É uma técnica simples, aplicada para a separação e identificação de compostos polares, como açúcares, aminoácidos e pigmentos (RIBEIRO; NUNES, 2008). As amostras foram preparadas conforme

procedimento a seguir:

Foi aplicada uma gota de cada amostra a cerca de 1 cm de uma das extremidades de um papel de filtro Whatmann nº 1, com dimensões de 5 cm por 10 cm. A cuba cromatográfica foi preparada em um béquer de 250 mL, onde colocou-se uma quantidade da fase móvel, suficiente para que não ultrapassasse 0,5 cm da extremidade contendo a gota da amostra. O papel foi posicionado na cuba de modo que o nível da fase móvel ficasse abaixo do ponto onde a amostra havia sido aplicada (Figura 3). O sistema foi tapado com um vidro de relógio, e aguardou-se até que a fase percorresse 10 cm do papel.

Foi utilizado como solvente a solução de BAW (butanol - ácido acético – água, na proporção 4: 1: 5). Sendo utilizados os extratos, em três diferentes concentrações, de etanol (70, 85 e 95)%.

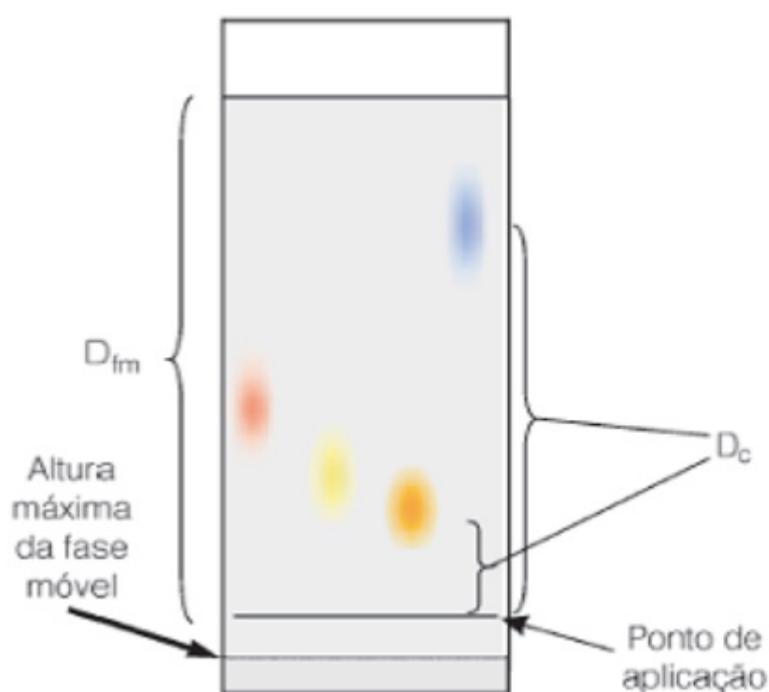


Figura 3 – Esquema do cromatograma.

Fonte: Fraceto e Lima (2003).

A partir do centro da mancha revelada, mediu-se a distância percorrida pelo corante (D_c) e dividiu-se pela distância da fase móvel (D_{fm}), determinando-se então, o R_f experimental (Equação 1).

$$R_f = (D_c/D_{fm}) \times 100 \quad (1)$$

A identificação dos pigmentos foi feita através da comparação de valores de R_f , descritos na literatura (Tabela 1), para antocianidinas mais comuns (HARBORNE, 1973).

Pigmento	Rf
Pelargonidina	80
Cianidina	68
Peonidina	71
Delfinidina	42
Petunidina	52
Malvidina	58

Tabela 1 – Valores de Rf segundo Harnone (1973).

3.2 QUANTIFICAÇÃO DAS ANTOCIANINAS

Os teores das antocianinas nos extratos foram quantificados pelo método de pH único, descrito por Fuleki e Francis (1968). A Absorbância foi avaliada em espectrofotômetro Uv-Vis da marca HACH, modelo DR3900 no comprimento de onda a 535 nm. O conteúdo total de antocianinas foi expresso em mg de antocianinas/100g da fração da amostra analisada (pétalas de flores). As análises foram realizadas em triplicata.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados apresentados como média (\bar{x}) \pm desvio padrão (σ). Os dados estatísticos foram realizados através do Software Microsoft Excel 2016.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CROMATOGRAFIA EM PAPEL

A detecção da presença do pigmento antocianina foi positiva, pois, após a corrida da fase móvel no desenvolvimento cromatográfico, houve o aparecimento de uma mancha azul no papel cromatográfico contendo a amostra na concentração a 95%. O aparecimento de mancha (s) colorida (s) é o primeiro indício da presença de antocianinas no extrato (MARÇO; POPPI, 2008).

As antocianinas são muito solúveis em solventes polares. Por serem substâncias hidrossolúveis, são facilmente extraídas com água, metanol, etanol e butanol (LIMA *et al.*, 2011). Alguns trabalhos têm usado solventes extratores alcóolicos acidificados para favorecer a extração, pois estes aumentam a estabilidade das antocianinas (CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011). O ácido empregado na solução diminui o pH, prevenindo a degradação de antocianinas não aciladas. Ademais, as antocianinas apresentam a propriedade de variar a coloração de forma reversível em função do pH. Comprovadamente, a mancha observada foi devido à essa característica das antocianinas (Figura 4).

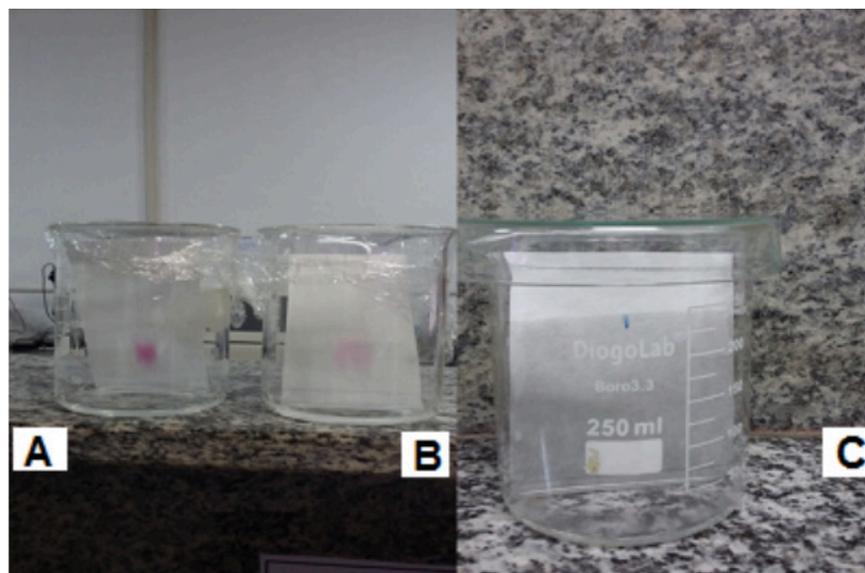


Figura 4 – Cromatografia, em papel, das amostras à 70% (A), 85% (B) e 95% (C) de etanol.

Fonte: Autores (2018).

Os valores de R_f obtidos para todos os extratos, contendo diferentes concentrações de etanol, foram coerentes com a Tabela 1.

Para o extrato a 70%, os resultados descritos na tabela 2 permitiram a identificação da Delfinidina, enquanto para os extratos a 85% e 95%, encontrou-se a Cianidina e a pelargonidina (Tabela 2).

Concentração	R_f	Pigmento
70%	44	Delfinidina
85%	66	Cianidina
95%	90	Pelargonidina

Tabela 2 – Valores de R_f para os extratos etanólicos.

Os valores de R_f estão caracterizados segundo valores da Tabela 1. Entretanto, não foram identificados na literatura trabalhos que descrevam presença de antocianinas nesta espécie.

4.2 QUANTIFICAÇÃO DE ANTOCIANINAS

Os resultados obtidos para o teor de antocianinas totais na flor *M. lathyroides* foram significativos para as três concentrações de etanol (Tabela 3).

Concentrações de Etanol	Teor de Ant mg.100g-1 ($\pm \sigma$)
70%	112 \pm 0,35
85%	548,17 \pm 0,64
95%	1129,90 \pm 0,59

Tabela 3 – Teor de AntT. nas diferentes concentrações de etanol.

No método utilizado para análise, denominado método de pH único para quantificação de antocianinas, verificou-se que o teor de antocianina encontrado no extrato das pétalas da flor contendo 95% de etanol, apresentou o maior teor de antocianina de 1129,90 mg.100g⁻¹, sendo superior ao encontrado na flor espirradeira (*Nerium oleander*) que apresentou um teor de 1006,6 mg.100g⁻¹ (BRILHANTE, 2013). O extrato contendo 85% de etanol da flor *M. lathyroides* apresentou um teor superior ao encontrado nas flores da espécie *Ixora coccínea* (*ixora*) que apresentaram 393,3 mg.100g⁻¹ (BRILHANTE, 2013) e inferior ao encontrado na flor alamanda-amarela (*Allamanda laevis* 746,6 mg.100g⁻¹ (BRILHANTE, 2013) com um valor de 548,17 mg.100g⁻¹. Já o teor encontrado na concentração 70% de etanol foi inferior ao encontrado no repolho-roxo 175 mg.100g⁻¹ (LOPES et al. 2006). Os valores dos extratos fitoquímicos de *M. lathyroides* foram superiores às outras espécies estudadas na literatura (Tabela 3).

Autores	Amostra Analisada	Teor de Antocianinas (mg.100g ⁻¹)
Neste trabalho	Flor da “ <i>M. lathyroides</i> ”	1129,90
Brilhante et al. (2013)	Flor Espirradeira (<i>Nerium oleander</i>)	1006,6
Mallacrida e Motta (2006)	Casca da uva	750
Brilhante et al. (2013)	Alamanda-amarela (<i>Allamanda laevis</i>)	746,6
Neste trabalho	Flor da “ <i>M. lathyroides</i> ”	548,17
Teixeira, Stringheta e Oliveira (2008)	Casca da Jabuticaba	492,74
Brilhante et al. (2013)	Flor <i>Ixora coccínea</i> (<i>ixora</i>)	393,3
Lima et al. (2011)	Fruta Jabuticaba Paulista	383,0
Teixeira, Stringheta e Oliveira (2008)	Hibisco	250,97
Teixeira, Stringheta e Oliveira (2008)	Sabugueiro	218,14
Lopes et al. (2006)	Repolho-roxo	175
Neste trabalho	Flor da “ <i>M. lathyroides</i> ”	112
Croda et al. (2017)	Suco misto de <i>Euterpe edulis</i> e <i>Bunchosia glandulífera</i>	86,56

Tabela 3 – Comparação dos resultados obtidos do teor de antocianina em mg.100g⁻¹ com os teores encontrados em outros trabalhos descritos na literatura.

A flor da *M. lathyroides* pode ser classificada como “vegetal com elevado teor de Antocianinas”, quando referidas as concentrações de etanol 85% e 95%, conforme a classificação adotada por Macheix et al. (1990), que estabeleceram limite de 200 mg.100g⁻¹ para tal classificação.

5 | CONCLUSÃO

Em relação a presença de antocianina na flor *M. lathyroides*, o resultado foi positivo. A otimização da metodologia, em três diferentes concentrações de etanol,

foi eficaz, sendo o extrato, em 95%, o mais expressivo. O seu teor de antocianina foi superior aos encontrados na literatura. Como proposta de uma espécie de flor comestível, com grande propriedade bioativa, a continuidade ao trabalho é de grande importância para a literatura especializada. Sendo assim, testes de estabilidade, a identificação das antocianinas majoritárias e a avaliação do seu potencial antioxidante serão as próximas etapas de trabalho desse estudo para que possamos traçar o melhor perfil fotoquímico dessa espécie.

REFERÊNCIAS

- BRILHANTE, S. E. T.; NETO, F. B. O.; ALCÂNTARA, L. A.; BERTINI, L. M. **Determinação do teor de antocianinas e sua influência na variação da coloração dos extratos de flores do Oeste Potiguar.** In: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 2013. Rio Grande do Norte. Brasil. Resumos. Rio Grande do Norte: IFRN, 2013. Disponível em: <https://docplayer.com.br/42744998-Determinacao-o-teor-de-antocianinas-e-sua-influencia-na-variacao-da-coloracao-dos-extratos-de-flores-do-oeste-potiguar.html>. Acesso em: 25 jul. 2019.
- CALVETE, E. O.; MARIANI, F.; WESP, C. L.; NIENOW, A. A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. **Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.
- CARDOSO, L. M.; LEITE, J. P. V.; PELUZIO, M. D. C. G. **Efeitos Biológicos das Antocianinas no Processo Aterosclerótico.** Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm., v. 40, n. 1, p. 116-138, 2011.
- CRODA, M.F. et al. **Compostos bioativos em suco misto de Euterpes edulis e Bunchosia glandulífera.** *Brazilian Journal Food Technology*, v. 20, p. 1-7, 2017.
- FRACETO, L. F.; LIMA, S. L. T. **Aplicação da Cromatografia em Papel na Separação de Corantes em Pastilhas de Chocolate.** Química Nova na Escola, v. 18, p. 46-48, 2003.
- FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. **Quantitative methods for anthocyanins: 2. Determination of total anthocyanins and degradation index for cranberry juice.** *Journal of Food Science*, v.33, p.78-83, 1968. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1968.tb00888.x.
- HARBORNE, J. B. **Phytochemical Methods – A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis.** London, New York, EUA: Chapman and Hall, Inc, p. 33, 1973.
- LIMA, A. J. B.; CORREA, A. D.; SACZK, A. A.; MARTINS, M. P.; CASTILHO, R. O. **Anthocyanins, pigment stability and antioxidant activity in jaboticaba [Myrciaria cauliflora (mart.) O. Berg].** Revista brasileira de fruticultura, v. 33, n. 3, p. 877-887, 2011.
- LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. **Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade.** Revista Brasileira de Agrociência, v.13, n.3, p. 291-297, 2007.
- MACHEIX, J.J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruit Phenolics.** Boca Raton, Flórida, EUA: CRC Press, Inc., p. 378, 1990.
- MALACRIDA, C. R.; DA MOTTA, S. **Antocianinas em Suco de Uva: Composição e Estabilidade.** B.CEPPA, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, jan./jun., 2006.
- MARÇO, P. H.; POPPI, R. J. **Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais.** Química Nova, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008.

RIBEIRO, N. M.; NUNES, C. R. **Análise de pigmentos de pimentões por cromatografia em papel.** Química nova na escola, São Paulo-SP, n. 3, v. 29, p. 34-37, 2008.

SANTOS, D. S.; RODRIGUES, M. M. F. **Atividades farmacológicas dos flavonoides: um estudo de revisão.** Estação Científica (UNIFAP), Macapá, v. 7, n. 3, p. 29-35, set./dez., 2017.

SCHIOZE, A. L.; BARATA, L. E. S. **Estabilidade de corantes e pigmentos de origem vegetal,** Revista Fitos, v. 3, n. 2, p. 6-24, 2007.

SILVA, M. S. A.; YAMASHITA, O. M.; ROSSI, A. A. B.; KARSBURG, I. V.; CONCENÇO, G.; FELITO, R. A. **Potencial alelopático do extrato aquoso das folhas e raízes frescas de *Macroptilium lathyroides* na germinação e no desenvolvimento inicial de alface,** Revista de Ciências Agroambientais, Alta floresta, v. 16, n. 1, p. 89-95, 2018.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; DE OLIVEIRA, F. A.; **Comparação de métodos para quantificação de antocianinas.** Revistas Ceres, Viçosa - MG, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008. DOI: 55(4): 297-304, 2008.

INTERAÇÃO ENTRE GOMA ALFARROBA E PROTEÍNA CONCENTRADA DE SOJA NA FABRICAÇÃO DE FILMES COMPOSTOS BIODEGRADÁVEIS

Data de aceite: 27/02/2020

Keila de Souza Silva

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Tecnologia Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/3995848253893082>

Kayque Antonio Santos Medeiros

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Tecnologia Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/0346743203332439>

Laís Ravazzi Amado

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
São José do Rio Preto, SP
<http://lattes.cnpq.br/1290179289368472>

Maria Mariana Garcia de Oliveira

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos
São José do Rio Preto, SP
<http://lattes.cnpq.br/4097168733908285>

Angela Maria Picolloto

Universidade Estadual de Maringá (UEM),
Departamento de Tecnologia Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/9909400184500689>

Otávio Akira Sakai

Instituto Federal do Paraná (IFPR)
Umuarama, PR
<http://lattes.cnpq.br/7555056380237240>

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar a interação entre proteína de soja concentrada (SPC) e 0,2 e 0,4% de goma alfarroba (LBG) através da análise de FTIR, bem como verificar como essa interação influencia na microestrutura, solubilidade, umidade, permeabilidade ao vapor de água, propriedade mecânica, cor e opacidade de filmes biodegradáveis. Para tanto, filmes compostos foram elaborados variando a concentração de LBG (0; 0,2 e 0,4%) e fixando a concentração de SPC na solução. Glicerol foi usado em todas as formulações como plastificante. Interação intermolecular, microestrutura, solubilidade, umidade, permeabilidade ao vapor de água, propriedade ótica e mecânica dos filmes simples (SPC) e compostos (SPC+LBG) foram avaliados. Os resultados de FTIR demonstraram que houve interação intermolecular entre a goma e a proteína concentrada de soja e que essa interação aumentou significativamente com a concentração da LBG. A microestrutura dos filmes se tornou mais rugosa com o aumento da concentração da goma. A adição do polissacarídeo não alterou significativamente a solubilidade dos filmes protéicos, mas reduziu a umidade e aumentou a permeabilidade ao vapor de água e a opacidade dos mesmos. A adição de 0,2% da goma não influenciou na resistência à tração dos filmes de SPC, mas reduziu em 80% sua elasticidade. A adição de

0,4% de LBG, entretanto, aumentou em 20% a resistência à tração em relação ao filme simples. A elasticidade dos filmes com 0,4% de goma não foi maior que a observada no filme sem goma, entretanto, foi significativamente maior que a observada no filme SPC+0,2% LBG.

PALAVRAS-CHAVE: Proteína de soja, goma alfarroba, filmes biodegradáveis, interação entre biopolímeros

INTERACTION BETWEEN CAROB GUM AND SOY PROTEIN CONCENTRATE IN THE MANUFACTURING OF BIODEGRADABLE COMPOSITE FILMS

ABSTRACT: This work aims to study the interaction between soy protein concentrate (SPC) and carob gum 0.2 and 0.4% (LBG) through FTIR analysis, as well as to verify how this interaction influences the microstructure, solubility, moisture, water vapor permeability, mechanical property, color and opacity of biodegradable films. For this purpose, composite films were made by varying the LBG concentration (0, 0.2 and 0.4%) and fixing the SPC concentration in the solution. Glycerol has been used in all formulations as a plasticizer. Intermolecular interaction, microstructure, solubility, moisture, water vapor permeability, optical and mechanical properties of simple (SPC) and composite (SPC + LBG) films were evaluated. The FTIR results showed that there was intermolecular interaction between gum and soy protein concentrate and that interaction significantly increased with LBG concentration. The microstructure of the films became more cohesive as the gum concentration increased. The addition of polysaccharide did not significantly change the solubility of protein films, but reduced moisture and increased water vapor permeability and opacity. The addition of 0.2% of gum did not influence the tensile strength of SPC films, but reduced its elasticity by 80%. The addition of 0.4% LBG, however, increased tensile strength by 20% compared to simple film. The elasticity of the films with 0.4% gum was not higher than that observed in the film without gum, however, it was significantly higher than that one observed in SPC+0.2% LBG film.

KEYWORDS: Soy protein, carob gum, biodegradable films, biopolymer interactions.

1 | INTRODUÇÃO

O processamento de obtenção de óleo de soja gera uma grande quantidade de resíduos ricos em proteínas, que são destinados à obtenção de proteína de soja. A proteína de soja pode estar disponível comercialmente como farinha de soja (SF, 54% de proteína), concentrado de proteína de soja (SPC, 65-72% de proteína) e isolado de proteína de soja (SPI, $\geq 90\%$ de proteína) (Song et al., 2011). Os filmes à base de proteína de soja apresentaram boas propriedades mecânicas e barreira ao oxigênio (Cho et al., 2007).

Muitos pesquisadores demonstraram que a alteração das propriedades físicas

e químicas dos filmes observados com as misturas de polissacarídeos melhora o desempenho e a resistência dos filmes de biopolímeros (Yoo; Krochta, 2011; Silva et al., 2016). A reticulação entre proteína e polissacarídeo geralmente melhora as propriedades mecânicas e de barreira dos filmes devido à redução da mobilidade da estrutura polimérica (Balaguer et al., 2011). Os filmes compostos SPI / goma de guar, por exemplo, eram mais resistentes e menos permeáveis ao oxigênio do que os filmes SPI sem goma (Sui et al., 2016). No entanto, nem sempre as interações proteína-polissacarídeo aumentam a resistência dos filmes. GARRIDO et al. (2016), por exemplo, observaram que a interação entre SPI e ágar resultou em filmes compostos com menores valores de resistência à tração do que os filmes à base de SPI sem polissacarídeo. A compatibilidade entre os compostos depende da estrutura química, da conformação das macromoléculas e do tipo de interação entre elas (Lee et al., 2016). A interação entre polissacarídeo e proteína pode ocorrer através de reticulação química (ligação covalente) ou reticulação física (ligação não covalente como ligações de hidrogênio ou interações hidrofóbicas) entre as cadeias poliméricas (HENNINK; VAN NOSTRUM, 2012). Dependendo de como a reticulação ocorre, a mobilidade da estrutura do polímero pode reduzir e, dessa forma, as propriedades mecânicas e de barreira do filme podem ser melhoradas (BALAGUER et al., 2011)

A goma de alfarroba é um polissacarídeo linear constituído por uma estrutura principal de β (1-4) -manose com unidades D-galactopiranosil únicas ligadas por meio de ligações α (1-6) como ramo lateral, extraído do endosperma da planta da alfarrobeira. Essa goma é um agente espessante, capaz de formar soluções viscosas em concentração relativamente baixa, insolúvel à temperatura ambiente e pouco afetado pelo pH (natureza não iônica) (DAKIA et al., 2008). A goma de alfarroba é adequada para muitas aplicações alimentares, incluindo a fabricação de filmes comestíveis, pois apresenta biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo custo, além de melhorar as propriedades dos filmes, como permeabilidade ao oxigênio e propriedades mecânicas, quando utilizados em sinergia com outros compostos (SILVA et al., 2016). Os efeitos sinérgicos resultantes da mistura do SPC-LBG podem resultar em novas estruturas funcionais e promover novas aplicações.

O objetivo deste trabalho foi estudar a interação entre SPC e 0,2 e 0,4% de LBG através da análise de FTIR, bem como verificar como essa interação influencia na microestrutura, solubilidade, umidade, permeabilidade ao vapor de água, propriedade mecânica, cor e opacidade de filmes biodegradáveis.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Materiais

Proteína concentrada de soja (SPC) com a composição aproximada de 7% de umidade, 70% de proteína, 1% de gordura, 2,8% de fibra, 5% de cinzas gentilmente

cedido pela Maxsoy® fibras & ingredientes (Hortolândia, São Paulo, Brasil). Glicerina foi usado como plastificante (Gly 99,5%; Synth). Goma alfarroba (LBG) foi gentilmente cedida pela Danisco (GRINDSTED® LBG 246, São Paulo, Brasil).

2.2 Metodologia

2.2.1 Preparo das soluções e elaboração dos filmes

Solução estoque de 1% (p/p) de LBG foi preparada com agitação de 1 hora em temperatura ambiente e posteriormente aquecimento a 80°C por 30 minutos (Silva, et al. 2016).

A solução aquosa filmogênica foi preparada a partir da mistura da proteína de soja concentrada em pó, glicerol e a solução estoque de LBG, na intenção de obter uma concentração final de 5% (p/p) de SPC, 2% (p/p) de glicerol e diferentes concentrações de LBG (0%; 0,2% e 0,4%). Após as pesagens as soluções foram solubilizadas em pH 11 e aquecidas em banho maria (MARCONI, São Paulo, Brasil) a 65°C por 10 minutos, sob agitação constante para total solubilização. Após aquecimento, as soluções foram agitadas em agitador mecânico por 2 horas para completa homogeneização, em seguida destinada a tratamento térmico a 70°C por 20 minutos.

Os filmes foram preparados pelo método *casting*. As soluções foram despejadas em bandejas de polipropileno e colocadas em estufa com circulação e renovação de ar (MARCONI, São Paulo, Brasil) a 36°C durante 16 horas. Os filmes secos foram identificados e acondicionados durante sete dias em ambiente a 25°C e 53% de umidade relativa.

2.2.2 Análise da interação entre SPC e LBG através da análise de FTIR/ATR

A análise de espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR - Fourier Transform Infrared Spectroscopy) é de grande importância no estudo da estrutura molecular. Os espectros de Infravermelho com Transformada de Fourier foram realizados em triplicata e obtidos utilizando um equipamento da marca Agilent Technologies USA (Carry 630) com reflectância total atenuada (ATR), em uma faixa espectral entre 4000 e 400 cm^{-1} e resolução de 4 cm^{-1} .

2.2.3 Caracterização dos filmes

2.2.3.1 Microestrutura dos filmes

A microestrutura superficial dos filmes foi avaliada pela técnica de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para isso, as amostras de filme foram armazenadas a temperatura ambiente em dessecadores contendo sílica por 5 dias. Previamente a análise, as amostras foram fixadas em suportes de alumínio com fita de carbono e em seguida recobertas por uma fina camada de ouro, sob vácuo, por 5 minutos. As imagens

foram analisadas utilizando um Microscópio Eletrônico de Varredura (FEI-MEV Quanta 250, 5000x, Holanda) operando com uma tensão de aceleração de elétrons de 5kV.

2.2.3.2 Solubilidade (S)

A solubilidade (S) é definida como o conteúdo de matéria seca solubilizada após 24 horas e foi determinada de acordo com. Os filmes foram cortados (2 x 2 cm), pesados inicialmente (W_0) e imersos em 50mL de água a 25°C com agitação (60 rpm). Após 24 horas, os filmes foram retirados e secos em estufa a 105°C até peso constante (W_f). A solubilidade foi determinada de acordo com a Equação 1 (Silva et al., 2016).

$$S = \frac{W_0 - W_f}{W_0} \times 100 \quad (1)$$

2.2.3.3 Umidade (Xw)

O teor de umidade foi determinado em triplicata gravimetricamente em forno (Logen, 117 modelo 1.3) a 105°C até massa constante (AOAC, 1995).

2.2.3.4 Espessura

A espessura dos filmes foi medida através de um micrômetro digital (Western, MC-3, China). Foram realizadas 3 medidas em diferentes pontos dos filmes.

2.2.3.5 Permeabilidade ao vapor de água (PVA)

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) de filmes simples e compostos foi realizada gravimetricamente em triplicata com base no método ASTM E96-95 (ASTM E96-95, 1995). Para essa análise, filmes de SPC com e sem LBG foram colocados em permeação. Células foram parcialmente preenchidas com cloreto de cálcio anidro (2% UR) e colocadas em um dessecador, com ventilador de miniatura dentro, contendo água (100% RH), a 25°C. As células de permeação foram pesadas a cada 40 minutos por 7 horas. A PVA, apresenta unidade $g.(m.s.Pa)^{-1}$, foi calculado usando análise de regressão da Eq. (2) como descrito por McHugh; Avena-Bustillos; Krochta (1993):

$$WVP = \frac{WVPR \cdot x}{A \cdot \Delta P} \quad (2)$$

onde WVPR é a taxa de permeabilidade ao vapor de água ($g \times s^{-1}$), A é a espessura do filme (m), x é a área de permeação (m^2) e ΔP é a diferença da pressão parcial do vapor de água entre os dos lados do filme a 20°C.

2.2.3.6 Propriedade mecânica

A análise foi realizada em texturômetro (TA.XT Plus, Stable Micro Systems, Surrey, UK) de acordo com o método padrão ASTM D882-12 (ASTM D882-12, 2012), em 20 corpos de prova de cada tratamento. Foram cortadas amostras retangulares (70 mm x 25 mm) e colocadas entre as garras dos *probes*, ficando as amostras aparentes na dimensão de 50 mm x 25 mm e os *probes*, com uma separação inicial de 40 mm. Durante os testes de tração a velocidade foi fixada em 0,8 mm.s⁻¹. A força máxima e o alongamento do corpo de prova na ruptura foram obtidos com a ajuda do software EXPONENT, versão 5.1.1.0.

2.2.3.7 Propriedade ótica

A propriedade de barreira à luz dos filmes foi analisada em triplicata através do espectrofotômetro (FEMTO, 700 plus, São Paulo) no comprimento de onda de 600 nm. A transparência das amostras foi expressa como uma relação entre a medida de absorbância e a média da espessura dos filmes.

2.2.3.8 Análise estatística

Os resultados foram expressos na forma de média \pm desvio padrão e analisados através da Análise de Variância (ANOVA) e do Teste de Tukey, considerando-se um nível de significância de $p < 0,05$, utilizando o programa STATISTICA (Realese 7)

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da interação entre SPC e LBG através da análise de Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)

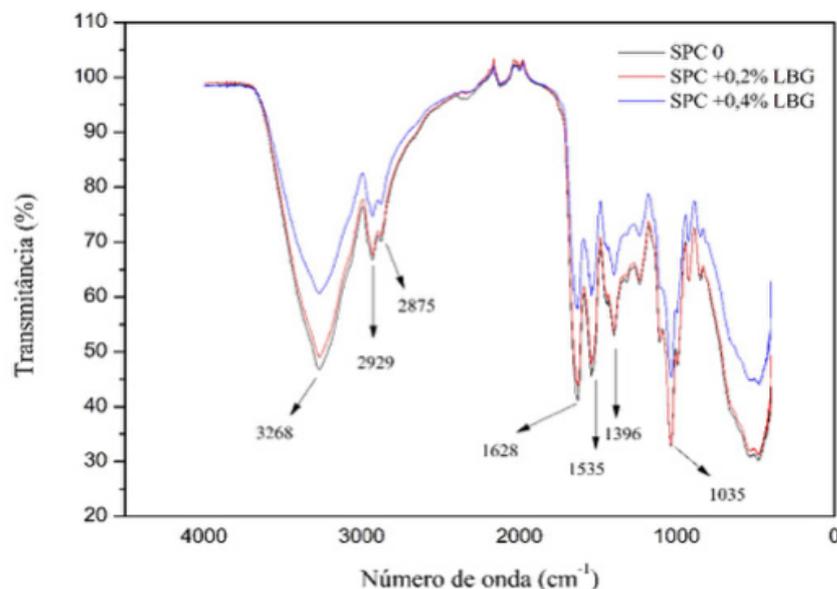


Figura 1: Espectros de infravermelho por transformada de Fourier dos filmes de proteína de soja concentrada (SPC) com diferentes concentrações de goma alfarroba (LBG)

Nos espectros de todos os filmes foram encontrados picos nas regiões em 3268 cm^{-1} e 2929 cm^{-1} que são bandas de absorção típicas de polissacarídeos, atribuída as deformações axiais dos grupos O-H e C-H, respectivamente.

Pode-se observar que a adição de goma alfarroba (LBG) não influenciou nas frequências das bandas das amidas I e II que permaneceram constantes em 1628 e 1535 cm^{-1} , respectivamente. Todavia, o aumento da concentração de LBG aumentou a intensidade da transmitância dos filmes, indicando que houve interação entre proteína e polissacarídeo e que essa interação promoveu mudanças estruturais nas amidas I e II da proteína. Além disso, o aumento da intensidade das bandas de absorção em 1628 cm^{-1} , referente a vibração de estiramento da carbonila, e em 1535 cm^{-1} , referente a combinação de uma banda de estiramento C-N com uma banda de dobramento N-H, pode ser um indicativo da ocorrência desta interação, entre os grupos amina da proteína e carboxílicos da LBG.

4 | SOLUBILIDADE E UMIDADE

O teor de umidade e a solubilidade dos filmes de SPC com e sem adição de LBG estão apresentados na Tabela 1. O caráter higroscópico da goma adicionada não influenciou a solubilidade dos filmes, mas reduziu a teor de umidade dos mesmos.

%LBG	S (%)	Xw (%)	PVA $\cdot 10^{-10}$ ($\text{g}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{Pa}^{-1}$)	T (MPa)	ϵ (%)
0%	60,60 \pm 1,21 ^a	30,85 \pm 0,89 ^a	7,81 0,44 ^a	5,99 1,77 ^a	197,32 21,02 ^a
0,2%	59,74 \pm 2,10 ^a	31,17 \pm 0,29 ^a	8,74 0,59 ^{ab}	5,05 0,66 ^a	39,40 7,82 ^b
0,4%	58,09 \pm 1,55 ^a	27,41 \pm 0,73 ^b	9,87 1,11 ^b	7,21 0,85 ^b	122,53 11,60 ^c

Tabela 1: Solubilidade (S), umidade (Xw), permeabilidade ao vapor de água (PVA), resistência à tensão (T) e resistência à deformação (ϵ) de filmes de proteína concentrada de soja (SPC) variando a concentração de goma alfarroba (LBG).

Médias com a mesma letra minúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente ($p < 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

Apesar dos polissacarídeos apresentarem grande afinidade pela água, sua adição em soluções contendo proteína nem sempre aumenta a umidade dos filmes compostos, como pode ser visto nos resultados apresentados na Tabela 1 que apresenta redução de quase 10% da umidade dos filmes quando 0,4% LBG foi adicionada. Isso ocorre devido a interação entre a proteína e o polissacarídeo que pode mudar a contribuição que cada composto teria individualmente sobre as

propriedades dos filmes. O aumento da interação intermolecular entre SPC e LBG com o aumento da concentração de LBG (Figura 1) resultou em uma rede mais densa e com poucos sítios ativos para interagir com a água. A água livre, que não interagiu, foi facilmente evaporada durante a secagem resultando em filmes menos úmidos. Com menos moléculas de água interagindo, a matriz polimérica se tornou mais hidrofóbica, reduzindo, também, a solubilidade dos filmes em água. Sui et al. (2016) também observou redução da umidade dos filmes de proteína de soja quando a goma guar foi adicionada na formulação. Todavia, não podemos sempre afirmar que toda interação resultará em redução da umidade do filme. GUERREIRO et al. (2013), por exemplo, observaram aumento significativo no teor de umidade dos filmes de proteína de soja com adição de ágar.

Estudos que apresentam a influência da concentração de biopolímeros usados na formulação de filmes compostos são importantes para o conhecimento das propriedades dos filmes e também para propor uma aplicação para os mesmos. Apesar da redução da solubilidade com a adição de goma, os filmes formados, simples (SPC) ou compostos (SPC+LBG), ainda apresentaram alta capacidade para se dissolver e por esse motivo podem ter aplicação na fabricação de sachês solúveis onde o objetivo é que após imersão em água e agitação o filme se desintegre junto com o material que ele embala. Outras possíveis aplicações seriam para a fabricação de wrap mais saudável feito à base de proteína de soja, onde a massa de trigo pode ser substituída pelo filme, ou como base para enrolar sushi, por exemplo, e substituir a alga, uma vez que algumas pessoas são alérgicas.

5 | PERMEABILIDADE AO VAPOR DE ÁGUA

A permeabilidade ao vapor de água (PVA) de filmes de proteína de soja concentrada com ou sem adição de goma está apresentada na Tabela 1. A ordem de grandeza de $10^{-10} \text{ g m}^{-1} \text{ s}^{-1} \text{ Pa}^{-1}$ foi a mesma observada por outros pesquisadores como GARRIDO et al. (2016) para filmes de proteína de soja. Filme de proteína de soja sem adição de goma apresentou valor de permeabilidade ao vapor de água abaixo do valor observado por ARVANITOYANNIS et al. (1998) para filmes de polietileno de baixa densidade ($8,64 \cdot 10^{-10} \text{ g} \cdot (\text{m} \cdot \text{dia} \cdot \text{Pa})^{-1}$).

A adição de goma tendeu a aumentar a permeabilidade ao vapor de água dos filmes, mas esse aumento só foi considerado significativo estatisticamente com o acréscimo de 0,4% de LBG, que resultou em uma redução de 26% na barreira ao vapor de água.

Provavelmente, o aumento da heterogeneidade dos filmes de proteína com a adição de LBG observada na análise de microscopia eletrônica (Figura 2) reduziu a densidade da rede proteica e aumentou a tortuosidade da estrutura do filme resultando na redução da barreira ao vapor de água. Sui et al. (2016) também observou aumento

na PVA de filmes de proteína de soja com adição de goma guar.

6 | PROPRIEDADE MECÂNICA

A resistência à tensão (MPa) e à deformação (%) dos filmes SPC com e sem LBG estão apresentados na Tabela 1.

A adição de 0,2% de LBG não favoreceu as propriedades mecânicas do filme de SPC, visto que reduziu em 16% sua resistência à tensão e diminuiu expressivamente (80%) a resistência à elasticidade do filme protéico. No entanto, à medida que a concentração de LBG aumentou na formulação para 0,4% LBG, notou-se que o aumento da interação entre a proteína e o polissacarídeo, observado na Figura 1, refletiu no acréscimo de 20% na resistência à tensão dos filmes de SPC. A resistência à deformação dos filmes de SPC+0,4% LBG não foram maiores que a observada no filme sem goma, entretanto, foram significativamente maiores que a observada no filme SPC+0,2% LBG.

O aumento da coesividade dos filmes com o aumento da concentração de LBG, observado na Figura 2, pode ter contribuído para o acréscimo da resistência observado na Tabela 1. MOSTAFAVI et al. (2016) também observou que filmes compostos por goma tragacath e goma alfarroba apresentaram estruturas mais coesas e filmes com maior resistência à tensão e à deformação conforme a concentração de LBG aumentava. Esse resultado reflete que a resistência dos filmes compostos proteína-polissacarídeo pode ser prejudicada ou favorecida dependendo da concentração de goma adicionada na formulação.

7 | ESTRUTURA MORFOLÓGICA DOS FILMES

No presente trabalho a MEV foi aplicada para avaliar a evolução da microestrutura das amostras SPC no pH 11 com e sem adição de 0,2% e 0,4% de LBG. As micrografias estão apresentadas na Figura 2. As imagens analisadas foram ampliadas 5000 vezes. Devido à grande profundidade do foco e alta resolução tais análises permitem a observação da estrutura superficial dos materiais.

A Figura 2.a, exibe a micrografia da amostra controle indicando a microestrutura superficial lisa, compacta, contínua, muito coesa, sem rugosidades e com poucos microporos em escala nanométrica ao longo da matriz, apontando um bom indicativo da sua integridade estrutural. Esse resultado corrobora com os resultados apresentados na Tabela 1, que indica que o filme SPC + 0% LBG tem a maior resistência a deformação (ϵ). Os microporos são gerados durante a evaporação contínua da água no processo de secagem do filme, e podem ser observados na micrografia como poros arredondados.

A interação da LBG com a proteína de soja concentrada produziu uma certa

rugosidade na matriz dos filmes, com conseqüente redução na coesão e ordenamento da estrutura (Figura 2.b e 2.c). A fissura observada na micrografia do filme SPC + 0,2 % LBG pode ter sido formada durante o processo de metalização das amostras ou durante o tempo de exposição ao feixe eletrônico de alta energia. O aumento da concentração da goma aumentou a rugosidade da estrutura do filme. A presença do polissacarídeo na estrutura parece criar zonas mais elevadas que outras, o que pode caracterizar como um agrupamento de proteína em uma determinada região e de goma em outra região. Esse agrupamento pode ter fortalecido a rede proteica e favorecido a resistência do filme (Tabela 1).

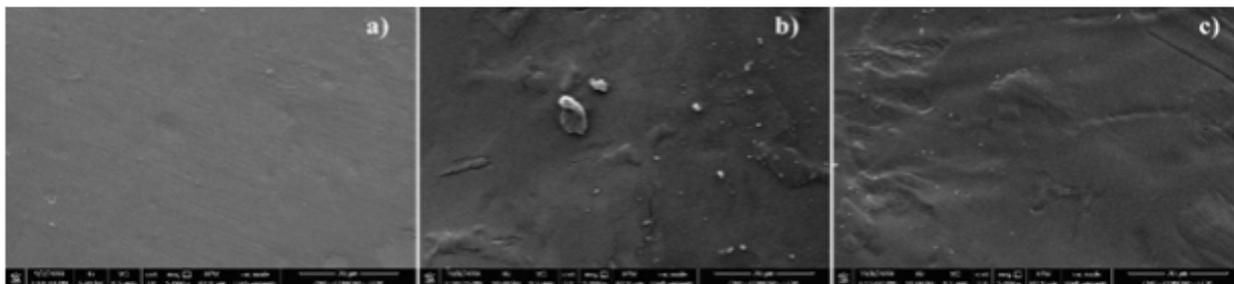


Figura 2. Micrografias obtidas por meio da microscopia eletrônica de varredura ampliada 5000 vezes. a) Amostra controle. b) Amostra SPC+ 0,2 % LBG. c) SPC + 0,4 % LBG.

8 | PROPRIEDADE ÓTICA

A claridade (L^*), a intensidade da cor (C^*) e a opacidade dos filmes de SPC com e sem adição de LBG estão apresentados na Tabela 2.

%LBG	L^*	C^*	Op (%)	Espessura (mm)
0%	89,46 ± 0,54 ^a	23,95 ± 0,89 ^a	2,84 ± 0,20 ^a	0,17 ± 0,01 ^a
0,2%	86,79 ± 0,13 ^b	25,38 ± 0,25 ^{ab}	5,40 ± 0,32 ^b	0,18 ± 0,01 ^a
0,4%	82,95 ± 0,41 ^c	26,44 ± 0,44 ^b	5,74 ± 0,28 ^b	0,18 ± 0,01 ^a

Tabela 2: Claridade (L^*), croma (C^*), opacidade (Op) e espessura dos filmes de proteína de soja concentrada (SPC) variando a concentração de goma alfarroba (LBG).

Médias com a mesma letra minúscula, na mesma coluna, não diferem significativamente ($p < 0.05$) de acordo com o teste de Tukey.

A adição de LBG proporcionou filmes levemente mais escuros e significativamente mais opacos que os filmes proteicos sem goma. Filmes com adição de 0,2% do polissacarídeo foram duas vezes mais opacos que filmes de SPC. Não foram notadas diferenças significativas na transparência entre SPC+0,2%LBG e SPC+0,4%LBG. O aumento da opacidade dos filmes com adição da goma indica maior barreira à luz, e, conseqüentemente, alto potencial para proteger alimentos contra reações de oxidação.

Silva et al. (2015) observou que abacaxis cobertos com proteína de soro de leite + goma alfarroba apresentaram maior retenção de vitamina C durante o processo

de secagem a 60°C que amostras sem cobertura. Filmes compostos de SPC+LBG também poderiam ser usados como coberturas previamente a secagem com o objetivo de obter maior retenção de nutrientes durante o processo. Devido à coloração da cobertura SPC+LBG ser mais amarelada que a cobertura de proteína de soro de leite + LBG, a aplicação poderia ser direcionada para frutos alaranjados, como o mamão ou para legumes como a cenoura que perdem nutrientes como carotenoides durante o processo de desidratação por secagem convectiva.

9 | CONCLUSÃO

A interação entre a proteína concentrada de soja (SPC) e a goma alfarroba (LBG) observada nos espectros de infravermelho por transformada de Fourier não influenciou na solubilidade dos filmes, mas reduziu a umidade dos mesmos e aumentou a permeabilidade ao vapor de água e a opacidade do material quando comparado à filmes feitos apenas com SPC. A adição de 0,2% LBG reduziu as propriedades mecânicas dos filmes protéicos, mas a adição de 0,4% da goma aumentou significativamente a resistência à tração dos filmes de SPC.

10 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro (Proc. 405406/2016-9), à Fundação Araucária pelo suporte financeiro (Proc. 10884) e ao COMCAP/FINEP pelo uso do equipamento FEG-MEV.

REFERÊNCIAS

A.O.A.C. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. In: Horwitz W, editor. Method 926.12 (chapter 33, pp. 5). Arlington: A.O.A.C, 1995.

ARVANITOYANNIS, I, Biliaderis, C. G., Ogawa, H., Kawasaki, N. Biodegradable films made from low-density polyethylene (LDPE), rice starch and potato starch for food packaging applications: Part 1. **Carbohydrate Polymers**, v. 36, p. 89-104, 1998.

ASTM E96-95 **Standard test methods for water vapor transmission of materials**. In: Annual Book of ASTM standards. American Society for Testing and Materials, Washington, D.C., 1995.

ASTM INTERNATIONAL. ASTM D882-12, **Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting**, West Conshohocken, PA, 2012.

BALAGUER, M. P., Gómez-Estaca, J., Gayara, R., & Hernández-Muñoz, P. Functional properties of bioplastics made from wheat gliadins modified with cinnamaldehyde. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 59, p. 6689-6695, 2011.

CHO, S. Y.; Park, J-W.; Batt, H. P.; Thomas, R. L. Edible films made from membrane processed soy protein concentrates. **LWT - Food Science and Technology**, v. 40, n.3, p. 418-423, 2007.

- DAKIA, P. A., Blecker, C., Robert, C., Wathelet, B.; Paquot, M. Composition and physicochemical properties of locust bean gum extracted from whole seeds by acid or water dehulling pre-treatment. **Food Hydrocolloids**, v. 22, p. 807-818, 2008.
- GARRIDO, T.; Etxabide, A.; Guerrero, P.; de la Caba, K. Characterization of agar/soy protein biocomposite films: Effect of agar on the extruded pellets and compression moulded films. **Carbohydrate Polymers**, v. 151, p. 408-416, 2016.
- GUERRERO, P.; Garrido, T.; Leceta, I.; de la Caba, K. Films based on proteins and polysaccharides: Preparation and physical-chemical characterization. **European Polymer Journal**, v. 49, p.3713-3721, 2013.
- HENNINK, W. E., & van Nostrum, C. F. (2012). Novel crosslinking methods to design hydrogels. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 64, p. 223-236, 2012.
- LEE, H.; YILDIZ, G.; SANTOS, L. C.; JIANG, S.; ANDRADE, J. E.; ENGESETH, N. J.; FENG, H. Soy protein nano-aggregates with improved functional properties prepared by sequential pH treatment and ultrasonication. **Food Hydrocolloids**, v. 55, p. 200-209, 2016.
- MCHUGH, T. H., Avena-Bustillos, R. J. & Krochta, J. M. Hydrophilic edible film: modified procedure for water vapor permeability and explanation of thickness effects. **Journal of Food Science**, v. 58, p. 899-903, 1993.
- MOSTAFAVI, F. S.; Kadkhodaei, R.; Emadzadeh, B.; Koocheki, A. Preparation and characterization of tragacanth-locust bean gum edible blend films. **Carbohydrate Polymers**, v. 139, p. 20-27, 2016.
- SILVA, K. S., Garcia, C. C., Amado, L. R., & Mauro, M. A. Effects of edible coatings on convective drying and characteristics of the dried pineapple. **Food and Bioprocess Technology**, v.8, p. 1465-1475, 2015.
- SILVA, K. S.; Mauro, M. A.; Gonçalves, M. P.; Rocha, C. M. R. Synergistic interactions of locust bean gum with whey proteins: Effect on physicochemical and microstructural properties of whey protein-based films. **Food Hydrocolloids**, v. 54, p. 179-188, 2016.
- SONG, F.; Tang, D. L.; Wang, X. L.; Wang, Y. Z. Biodegradable soy protein isolate based materials: a review. **Biomacromolecules**, v. 12, n. 10, p. 3369-3380, 2011.
- SUI, C.; Zhang, W.; Ye, F.; Liu, X.; Yu, G. Preparation, physical and mechanical properties of soy protein isolate/guar gum composite films prepared by solution casting. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 133, n. 18, DOI: 10.1002/APP.43382, 2016.
- YOO, S. R.; Krochta, J. M. Whey protein-polysaccharide blended edible film formation and barrier, tensile, thermal and transparency properties. **Journal Science Food Agriculture**, v. 91, p. 2628-2636, 2011.

MÉTODO PARA DETECÇÃO DE RESÍDUOS DE MEDICAMENTOS EM LEITE

Data de submissão: 03/12/2019

Data de aceite: 27/02/2020

Leandro da Conceição Luiz

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0008173102097727>

Maria José Valenzuela Bell

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8812588591902130>

Virgílio de Carvalho dos Anjos

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2115492949957340>

RESUMO: Esse trabalho foca na detecção de resíduos de medicamentos veterinários (antimicrobianos) em leites através de um método simulado que forneça uma resposta rápida e precisa. As amostras simuladas foram preparadas adicionando frações dos medicamentos veterinários em volumes de leites até alcançarmos as seguintes concentrações: enrofloxacino (100 $\mu\text{g/L}$), oxitetraciclina (100 $\mu\text{g/L}$), penicilina (4 $\mu\text{g/L}$), que são os limites máximos de resíduos permitidos.

Como ferramenta para detecção utilizou-se a espectroscopia no infravermelho próximo com transformada de Fourier (FT-NIR) associada à análise de componente principal (PCA). A metodologia foi capaz de detectar resíduos do antimicrobiano cloridrato de ceftiofur em uma amostra real de leite em diferentes dias após a administração do mesmo. A metodologia provou ser rápida e precisa dentro dos limites máximos de resíduos adotados pela Agência Europeia de Produtos Medicinais e pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento e Pecuária do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Leite. Infravermelho. Antibiótico. Análise de Componentes Principais.

METHOD FOR DETECTION OF RESIDUES OF VETERINARY DRUGS IN MILK

ABSTRACT: This work focuses on detection of veterinary (antimicrobial) drugs residues in milks through a simulated method that provides a fast and accurate response. Simulated samples were prepared by adding fractions of the veterinary drugs in milk volumes until we reached the following concentrations: enrofloxacin (100 $\mu\text{g/L}$), oxytetracycline (100 $\mu\text{g/L}$), penicillin (4 $\mu\text{g/L}$), which are the maximum residue limits allowed. Fourier transform near infrared spectroscopy (FT-NIR) associated with principal component analysis (PCA) was

used as a detection tool. The methodology was able to detect ceftiofur hydrochloride antimicrobial residues in a real milk sample on different days after its administration. The methodology proved to be fast and accurate within the maximum residue limits allowed by the European Medicines Agency and the Brazilian Ministry of Agriculture and Livestock.

KEYWORDS: Milk. Infrared. Antibiotic. Principal Component Analysis.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, juntamente com a busca por uma vida considerável saudável, houve um aumento em metodologias que se baseiam em técnicas espectroscópicas destinadas às análises de alimentos. A busca pela vida saudável tem sido o objetivo de muitas pessoas. Muitos fatores influenciam para que o indivíduo alcance este objetivo, tais como: prática regular de atividades físicas, consultas médicas preventivas, bem-estar social e financeiro, além de uma dieta equilibrada. De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO/OMS), o leite e seus derivados são os alimentos mais consumidos no mundo, com 6 bilhões de consumidores. O leite contém, principalmente, em sua composição cerca de 87,1 % de água, 4,0 % de gordura, 3,3 % de proteínas, 4,6 % de lactose e 0,7 % de cinzas. A composição básica de proteínas presentes no leite são: a caseína em 78,3 %, a proteína do soro (whey protein) 19 % e outras totalizando 2,7 % (WALSTRA, 2006)(TAVANTI, 2009) (ANDRADE, 2019). Estudos recentes sustentam a teoria de que as proteínas do leite, além de seu alto valor biológico, possuem peptídeos bioativos (PBAs), que atuam como: agentes antimicrobianos, anti-hipertensivos, reguladores da função imune, fatores de crescimento, etc (LUIZ, 2019). A lactose, principal carboidrato do leite, é constituída por dois monossacarídeos, glicose e galactose. Ela carrega funções nutricionais importantes, tais como fornecer 16,8 kJ/g de energia para a pessoa (FAO, 2003)(PEREIRA, 2012). Os sais minerais encontrados em quantidades significativas no leite são: o cálcio (Ca) e fósforo (P), que estão associados às estruturas das micelas de caseína, cloro (Cl), potássio (K), sódio (Na) e magnésio (Mg). Já em pequenas quantidades estão o ferro (Fe), alumínio (Al), bromo (Br), zinco (Zn) e manganês (Mn) (NEVES)(MORZELLE, 2016). O cálcio além de estar presente no leite e seus derivados, também pode ser encontrado em folhas verdes. No entanto, é no leite que se tem maior biodisponibilidade. Pelo fato de apresentar em sua composição estes componentes, principalmente o cálcio, o leite é considerado uma das mais completas fontes de nutrientes para os seres humanos (PONTES NETTO, 2005).

No século XIX, a comida era frequentemente adulterada, e o leite permitia a adição de água sem que se percebesse. No entanto, adulterações no leite, ainda têm sido notificadas, principalmente em países em desenvolvimento, tais como Paquistão, Brasil, Índia e China (HANDFORD, 2016). Geralmente, as adulterações visam aumentar o volume e a validade do leite, e para este primeiro ainda se adiciona água. Contudo,

estudos recentes vem sendo realizados que mostram resultados muito positivos com o desenvolvimento de novos equipamentos e técnicas na detecção de água em leite (BRANDÃO, 2017) (NASCIMENTO, 2019)(NASCIMENTO, 2017). No entanto, um outro problema é o da contaminação do leite por medicamentos veterinários, antimicrobianas e anti-inflamatórios por exemplo. Resíduos destes podem estar presentes, se o leite for ordenhado dentro do período de carência (BRITO, 2005)(PONTES NETTO, 2005). O leite contaminado por medicamentos é considerado adulterado e impróprio para o consumo (FORSYTHE, 2002)(PONTES NETTO, 2005). Quando suas concentrações estão acima do limite máximo de resíduos (LMR), podem causar danos ao consumidor que vão desde reações alérgicas até resistência bacteriana, e prejuízos à indústria de processamento de leite. Em 2014, um estudo realizado por Van Boeckel et al. mostrou que o consumo de antibióticos pela população mundial aumentou 36 %, isto contribui para o surgimento de bactérias resistentes às drogas. Parte deste aumento é devido a ingestão de produtos de origem animal contaminados com antibióticos (VAN BOECHHEL, 2014). As drogas e seus metabólitos encontrados em tecidos comestíveis e/ou em leite de animais após o uso de medicação com drogas específicas é definido como resíduos de medicamentos. Sua presença no leite tem sido, nos últimos anos, um dos maiores desafios impostos aos órgãos responsáveis pela saúde pública e à indústria de alimentos no mundo. O leite contaminado por substâncias químicas, como os fármacos, é considerado adulterado e impróprio para o consumo (FORSYTHE, 2002 apud PONTES NETTO, 2005).

Para o monitoramento, as agências controladoras utilizam uma variedade de métodos analíticos confiáveis e precisos para detectar resíduos de antimicrobianos em leite, como por exemplo, os kits para detecção de antibióticos em leite que são frequentemente usados na recepção do leite, a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), a cromatografia a gás acoplada a espectrometria de massa (GC-MS). Técnicas espectroscópicas combinadas com métodos quimiométricos permitem analisar, interpretar e extrair informações de uma forma rápida e precisa com um mínimo de preparação de amostras (BRANDÃO, 2010). A espectroscopia no infravermelho próximo por transformada de Fourier (FT-NIR), consiste em uma técnica analítica, não destrutiva, rápida, confiável e precisa, que permite analisar diversos tipos de amostras, principalmente na indústria de alimentos (LEITE, 2019)(PEREIRA, 2019). Devido à concentração dos resíduos dos medicamentos no leite ser muito pequena, na ordem de mg/L (ppm) e $\mu\text{g/L}$ (ppb), as características espectrais fornecidas pela região NIR para este tipo de análise, bem como a avaliação simultânea de diferentes tipos de medicamentos se torna mais trabalhosa e demorada. Então, métodos de análise multivariados são usados para obter informações quali-quantitativa. A Análise de Componentes Principais (PCA) é um algoritmo matemático que permite reduzir a dimensionalidade de um conjunto de variáveis de dados em um novo conjunto de variáveis, chamado de componentes principais. Isto aumenta a interpretabilidade dos dados sem perder as informações dos dados primários (JOLLIFFE & CADIMA, 2016).

Em 2014, a FT-NIR associada à PCA já foi utilizada para detectar a presença de resíduos de diclofenaco sódico em leites em percentuais de contaminação simulados (LUIZ, 2014). Porém seu uso foi apenas para uma droga. Este trabalho trata da Espectroscopia no Infravermelho próximo por transformada de Fourier associada a análise de componentes principais para detectar resíduos dos antimicrobianos enrofloxacino, oxitetraciclina, penicilina G e cloridrato de ceftiofur em leite, dentro dos limites máximos de resíduos (LMR) permitidos pela legislação da Agência Europeia dos Medicamentos (EMA), que é adotado no Brasil pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

As análises das características físico-químicas do leite, bem como as de espectroscopia FT-NIR foram realizadas no Laboratório de Produtos e Processos (LPP) e no Laboratório de Espectrometria de Materiais (LEM), localizados no Departamento de Física da Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

2.1 Amostras de leite

Para as amostras de leite genuíno, utilizaram-se leite cru oriundo de vacas controle fornecido por fontes confiáveis, coletadas em duas fazendas, a primeira no Campo Experimental da Embrapa Gado de Leite, localizado no município de Coronel Pacheco, e a segunda na fazenda Pouso Alegre, no município de Rio Pomba, ambas no estado de Minas Gerais. Uma parte foi reservada para amostra controle, livres de medicamentos veterinários, e foi submetida a uma análise preliminar para verificar as características físico-químicas da mesma, ver tabela 1 e 2. Nesta etapa, as amostras de leite foram levadas para o equipamento Lactoscope da Delta Instruments para determinação de gordura, proteína, lactose e sólidos totais. Enquanto que para determinar o ponto de fusão, foi utilizado o crioscópico eletrônico digital ITR MK 540 Flex, a densidade foi obtida por meio do lactodensímetro H15 Brasil Q 15 °C, a acidez titulável foi obtida pela solução Dornic e método alizarol. A medição do pH, foi realizada com o pH de bancada AT355. Cada análise foi realizada em triplicata.

2.2 Medicamentos Veterinários

As classes escolhidas foram os antimicrobianos: enrofloxacino Baytril® injetável 10 %, que possui 10 g de enrofloxacino em 100 mL de veículo (período de carência, 3 dias); terramicina/LA Zoetis/Pfizer® injetável, que tem 20 g de oxitetraciclina em 100 g de veículo (período de carência, 4 dias); pentabiótico reforçado com penicilinas da Zoetis/Pfizer (período de carência, 8 a 10 ordenhas). Para a amostra real foi utilizado o CeF-50 Ceftiofur Agener União, que tem 50 g de cloridrato de ceftiofur em 1 mL de

veículo (carência zero).

2.3 Simulando a contaminação

Uma fração de leite genuíno foi reservada para ser acrescida, posteriormente, com os medicamentos veterinários. Para que a medicação ficasse dentro do LMR, a simulação foi feita de acordo com o princípio ativo de cada droga e não em relação ao seu volume, pois sabe-se que a maioria dos medicamentos são constituídos de princípio ativo acrescido dos excipientes e também no caso de algumas drogas injetáveis, têm-se os veículos. Para este propósito, cada medicamento utilizado (penicilina G, oxitetraciclina e enrofloxacino) foi primeiramente diluído em água destilada, e finalmente, parte desta diluição foi adicionada no leite genuíno, a fim de alcançar a concentração do princípio ativo no leite (LUIZ, 2018).

2.4 Amostra de uma situação real

Aqui a metodologia foi testada em amostras reais, ou seja, aquelas em que as amostras de leite fossem ordenhadas de vacas sob tratamento medicamentoso. Primeiramente, o leite cru, genuíno, livre de medicamentos, foi coletado de uma vaca usada como controle. O antimicrobiano injetável CeF-50 foi administrado nesta vaca. O leite foi coletado em dois dias consecutivos.

2.5 Análise usando o Método FT-NIR

As investigações qualitativas das amostras foram realizadas com o Analisador Multi Propósito FT-NIR da Bruker operando no modo de reflectância na faixa de 13.500 a 3.700 cm^{-1} de números de onda com um detector Te-InGaAs e 4 cm^{-1} de resolução. O software OPUS® versão 5.5 foi utilizado para aquisição de dados. As amostras foram colocadas em cubetas de borossilicato com 8 mm de espessura. Cada análise foi realizada em triplicata com 32 varreduras (scans) para amostras simuladas e controle.

2.6 Análise Estatísticas dos Dados

O espectro de reflectância e suas respectivas derivadas de primeira ordem foram feitos e analisados com o software OriginPro® 8 SR2 v.8.0891(B891). Os autovalores foram calculados com o software BioEstat versão 5.3. Já as análises de componentes principais foram conduzidas pelo software The Unscrambler® X versão 10.3.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 1 e 2 mostram os resultados obtidos para as análises físico-químicas

das amostras de leites cru utilizadas para simular a contaminação e de uma situação real, respectivamente. Comparando os valores encontrados para as amostras de leite cru, com os valores de referência adotados pela legislação vigente, verifica-se que todas as amostras estão dentro do padrão aceitável para um leite de ótima qualidade. Assim, qualquer alteração nos mesmos não prejudicaria as medidas posteriores.

Análise	Valores encontrados	Valores de referência^{a,b}
Crioscopia	(0,536 ± 0,001) °H	(- 0,550 a - 0,530) °H
Acidez	(17,3 ± 0,6) °Dornic	(14 a 18) °Dornic
Densidade	(1,031 ± 0,001) g/mL	(1,029 a 1,040) g/mL
pH a 25 °C	(6,72 ± 0,01)	(6,60 a 6,80)
Gordura	(3,65 ± 0,01) %	≥ 3,00
Proteína	(3,14 ± 0,01) %	≥ 2,90
Lactose	(4,50 ± 0,01) %	≥ 4,30
Sólidos	(11,29 ± 0,01) %	≥ 8,40

Tabela 1 – Resultados das características físico-químicas das amostras de leite cru que foi utilizado para simular as contaminações dentro do LMR.

Fonte: LUIZ, 2018. ^aIN62; ^bFAO/TCP/KEN/6611

Análise	Valores encontrados	Valores de referência^{a,b}
Crioscopia	(0,545 ± 0,001) °H	(- 0,550 a - 0,530) °H
Acidez	(19 ± 0,1) °Dornic	(14 a 18) °Dornic
Densidade	(1,031 ± 0,001) g/mL	(1,029 a 1,040) g/mL
pH a 25 °C	(6,59 ± 0,01)	(6,60 a 6,80)
Gordura	(3,40 ± 0,01) %	≥ 3,00
Proteína	(2,90 ± 0,01) %	≥ 2,90
Lactose	(4,25 ± 0,01) %	≥ 4,30
Sólidos	(11,4 ± 0,01) %	≥ 8,40

Tabela 2 – Resultados das características físico-químicas das amostras de leite cru genuíno, da vaca que posteriormente seria medicada com o antimicrobiano cloridrato de ceftiofur.

Fonte: LUIZ, 2018. ^aIN62; ^bFAO/TCP/KEN/6611

A figura 1 mostra os espectros de reflectância, bem como as suas derivadas primeiras, das amostras de leites genuíno e contaminados com todas as drogas usadas como amostras para simulação, dentro dos LMRs. Observa-se que, dentro da faixa de número de ondas utilizada, em uma primeira análise, torna-se uma tarefa difícil a discriminação entre as amostras, o que não é viável para a indústria de alimentos. Seria possível analisar o espectro por faixa, fitando-o, e observando qual dela tinha maior influência devido à presença do medicamento. Contudo, iremos ver que ao utilizar a análise de componentes principais para tal discriminação, a tarefa é mais rápida e visível.

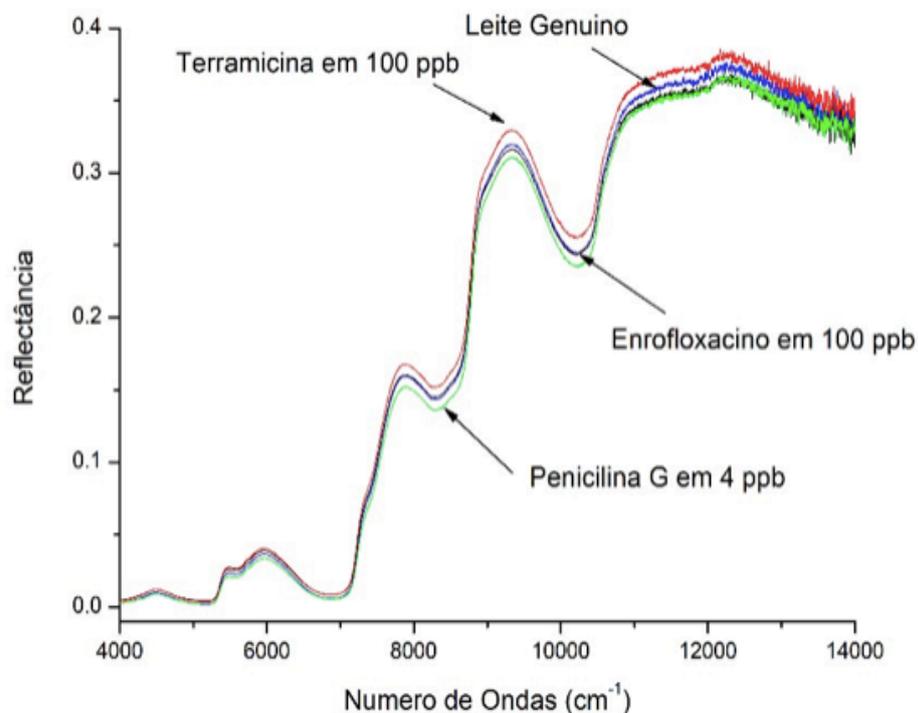


Figura 1 – a) Espectro de reflectância das amostras de leites genuíno e contaminados com os antimicrobianos: enrofloxacino, penicilina G e oxitetraciclina (terramicina), dentro dos LMRs.

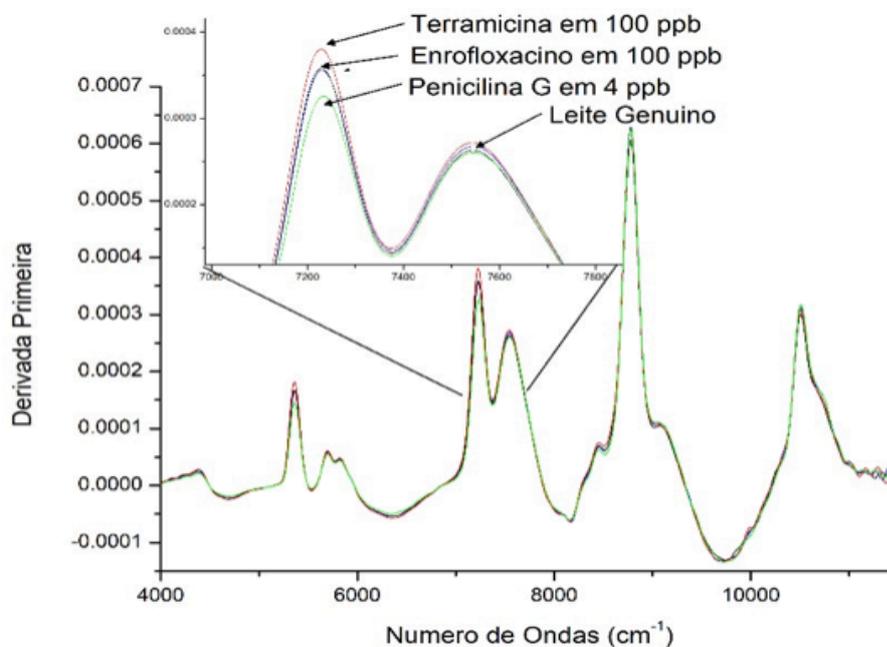


Figura 1 – b) Derivada primeira do espectro de reflectância dos leites genuíno e contaminados com os antimicrobianos: enrofloxacino, penicilina G e oxitetraciclina (terramicina), dentro dos LMRs.

Como o percentual do princípio ativo dos medicamentos veterinários são muito pequenos (mg/L e $\mu\text{g/L}$), então descartou-se a identificação do leite contaminado por meio de visualização direta do espectro de reflectância e/ou sua derivada primeira, pois havia se tornado incompreensível. Assim, os dados fornecidos pelo espectro do FT-NIR foram utilizados para a construção da PCA.

A figura 2 mostra o gráfico *hotelling* dos scores para as amostras de leite genuíno, usado como amostra controle, e leites contaminados com os medicamentos veterinários dentro do LMR.

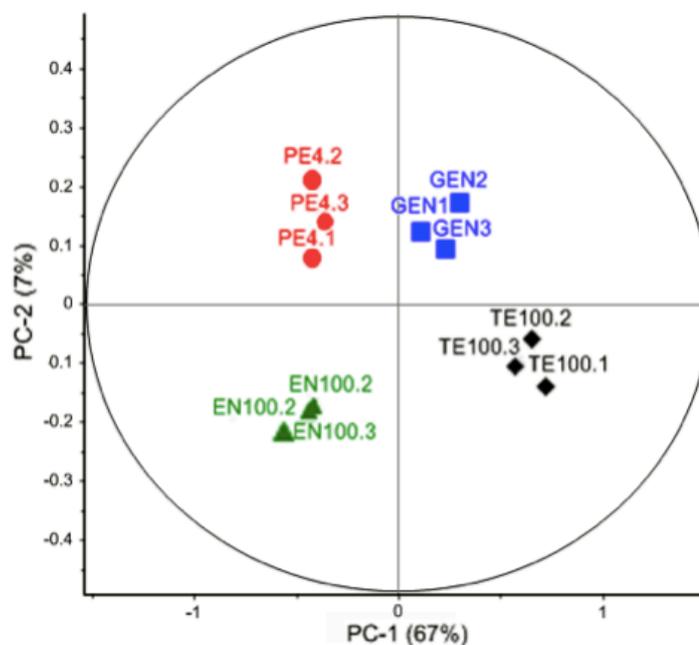


Figura 2 – Gráfico *hotelling* scores da análise estatística (PCA) mostrando os dados de agrupamento (*clustering*) para amostras de leite genuíno, controle, GEN1, GEN2 e GEN3 (quadrado azul); leite com 100 µg/L (100 ppb) de enrofloxacino, EN100.1, EN100.2 e EN100.3 (triângulos verdes); 100 µg/L (100 ppb) de oxitetraciclina, TE100.1, TE100.2 e TE100.3 (losangos pretos); e leite com 4 µg/L (4 ppb) de penicilina G, PE4.1, PE4.2 e PE4.3 (círculos vermelhos).

Analisando a figura 2, observa-se claramente a formação de *cluster* resultantes do alto grau de similaridade entre os grupos das amostras. Quatro grupos são apresentados, um em cada quadrante. O grupo 1 (quadrados) refere-se as amostras de leite genuíno (controle) e está localizado no primeiro quadrante. O grupo 2 está localizado no segundo quadrante (círculos). Este *cluster* representa um grupo de amostras contaminadas com 4 µg/L de penicilina G. O terceiro quadrante contém elementos do grupo 3 que está relacionado às amostras de leite contaminadas com 100 µg/L de enrofloxacino (triângulos), enquanto o quarto quadrante está ocupado pelo grupo 4 (losangos), contendo amostras de leite contaminadas com 100 µg/L de oxitetraciclina. Entre os elementos dos grupos, nenhum está muito longe um do outro, descartando a presença de *outliers*. A PCA discriminou com precisão as amostras em grupos, apesar da concentração muito baixa dos antimicrobianos. Da PC1, pode-se observar que a penicilina G e o enrofloxacino têm o mesmo score em contraposição à oxitetraciclina e ao leite genuíno. Portanto, PC1 representa o grau de contaminação do leite com antibióticos. Observe que o grupo de dados contendo leite genuíno está próximo do centro do eixo. Os clusters contaminados têm diferentes distâncias e diferentes posições do centro. Isto está relacionado ao fato de que as concentrações dos medicamentos são diferentes. Por exemplo, amostras com 100 µg/L de medicação

(grupos 3 e 4) têm posição semelhante. Pelo raciocínio acima, somos levados a inferir que PC2 está relacionado à similitude do leite.

Todas as amostras analisadas até aqui para o experimento simulado tiveram como matriz principal o leite cru. Com relação aos dados dos antimicrobianos puros, pode-se verificar que o PCA também é capaz de discriminar entre eles. A figura 3 mostra a PCA dos valores médios dos espectros de reflectância do leite genuíno, enrofloxacino pura, oxitetraciclina pura e penicilina G pura e enrofloxacino adicionada no leite em 100 µg/L, leite com oxitetraciclina em 100 µg/L e leite com penicilina G em 4 µg/L, respectivamente.

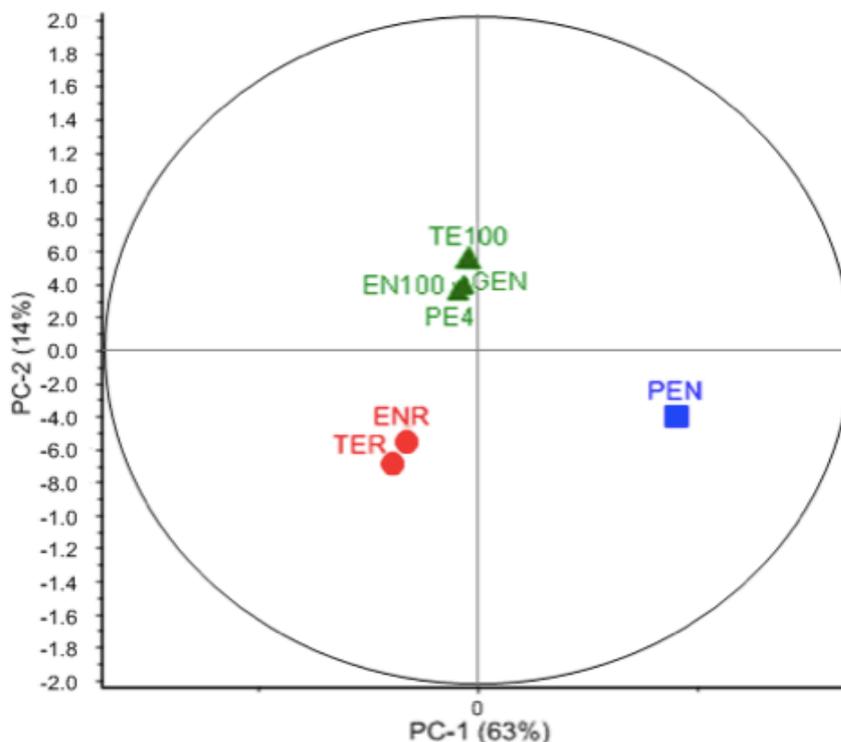


Figura 3 – Gráfico *hotelling score* da análise estatística (PCA) para valores médios de amostras: enrofloxacino pura (ENR), oxitetraciclina pura (TER), penicilina G pura (PEN), leite genuíno (GEN), leite com enrofloxacino e leite com oxitetraciclina em 100 µg/L (100 ppb) cada (EN100 e TE100) e leite com penicilina G em 4 µg/L (4 ppb).

Observe que as amostras de leite (GEN) são parecidas com as amostras de leites contaminados (EN100, TE100 e PE4), pois estão localizadas muito próximas, em relação a PC1, e no mesmo *cluster*, o que indica o grau de similaridade entre elas. Por este motivo, as amostras dos antimicrobianos enrofloxacino (ENR), penicilina G (PEN) e oxitetraciclina (TER) estão distantes do grupo. A amostra de penicilina G pura é separada dos outros aglomerados porque é a única de matriz sólida (pó), enquanto os outros eram líquidos.

A figura 4 mostra a metodologia aplicada em uma situação real. Ela mostra dados referentes a um leite controle, sem medicação, e leite contaminado após a administração do cloridrato de ceftiofur em uma vaca durante dois dias consecutivos.

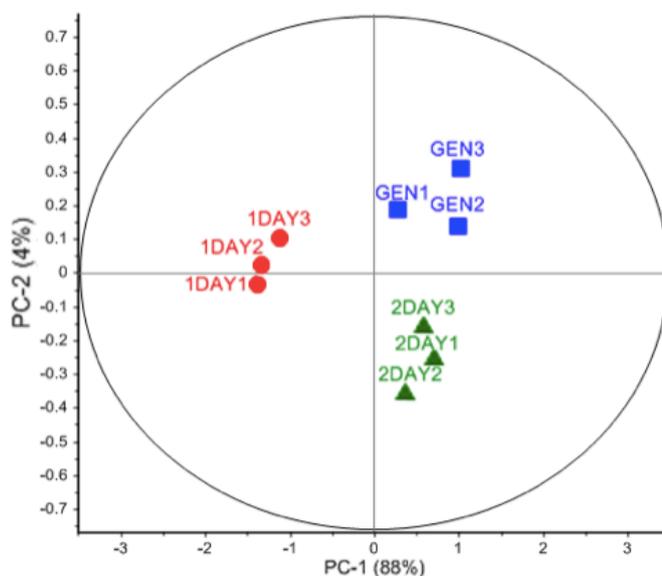


Figura 4 – Gráfico *hotelling score* da análise estatística (PCA) para amostras de leite genuíno (GEN1, GEN2 e GEN3) e leite coletado 1 dia (1DAY1, 1DAY2 e 1DAY3) e 2 dias (2DAY1, 2DAY2 e 2DAY3) após a administração do cloridrato de ceftiofur.

A formação de *clusters* foi observado para os leites genuínos (GEN1, GEN 2 e GEN3) e para o leite com um e dois dias após a administração do antibiótico (1DAY e 2DAY). Observe que os grupos GEN e 2DAY estão no mesmo PC1, mostrando a similaridade entre os grupos. Isto é devido à metabolização do antimicrobiano na vaca leiteira após dois dias da administração da droga. O reforço desta suposição é aparente quando comparado com uma amostra ordenhada de um dia com leite genuíno. O PC2 é conectado com o tempo de ordenha, pois as medidas espectroscópicas foram realizadas após o último dia de ordenha (2 DAY). Como o cloridrato de ceftiofur é classificado como medicamento “carência zero”, é esperado que as amostras 1DAY e 2DAY, de leites após a administração da medicação, estivessem próximas às do leite genuíno, formando um único *cluster*. No entanto, formaram grupamentos separados, referentes ao primeiro e segundo dia. Considerando que a medicação foi administrada dentro da prescrição, isto mostra que a metodologia aplicada foi capaz de detectar a presença de resíduos desta medicação. Uma análise qualitativa com testes imunológicos (tiras reativas) foi realizada por para estas amostras, aonde verificou-se, por este método, que não havia a presença do medicamento. Sendo assim, conclui-se que a metodologia detectou os resíduos do cloridrato de ceftiofur abaixo do limite de detecção das tiras reativas. A análise com FT-NIR sugere ainda que o resultado com as tiras reativas pode ser falso-negativo, uma vez que a técnica aponta a presença do medicamento nas amostras.

4 | CONCLUSÕES

Este trabalho tratou da identificação das classes de antimicrobianos em amostras de leites no LMR permitido pelas agências reguladoras. A metodologia desenvolvida baseada na combinação da espectroscopia de infravermelho próximo com transformada de Fourier (FT-NIR) em conjunto com a análise de componentes principais (PCA) mostrou-se capaz de detectar traços de antibióticos de forma rápida e precisa. Pretendendo-se detectar os resíduos de medicamentos veterinários em uma situação real, a metodologia também foi aplicada para detectar o cloridrato de ceftiofur no leite de uma vaca em que a droga foi administrada. Além da detecção de traços, também pode-se acompanhar o processo de metabolização no animal. Nossos resultados demonstram claramente a potencialidade do método.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.; PEREIRA, C. G.; ALMEIDA JUNIOR, J. C.; VIANA, C. C. R.; NEVES, L. N. O.; SILVA, P. H. F.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. C. **FTIR-ATR determination of protein content to evaluate whey protein concentrate adulteration**. LWT, v. 99, p. 166-172, 2019.
- BRANDÃO, M. C. M. P.; CARMO, A. P.; BELL, M. J.; ANJOS, V. C. **Characterization of Milk by Infrared Spectroscopy**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 65, n. 373, p. 30-33, 2010.
- BRANDÃO, M. P.; NETO, M. G.; ANJOS, V. C.; BELL, M. J. V. **Detection of adulteration of goat milk powder with bonive milk powder by front-face and time resolved fluorescence**. Food Control, v. 81, p. 168-172, 2017.
- BRITO, M. A. V. P.; LANGE, C. C. **Resíduos de Antibióticos no Leite**. Comunicado Técnico 44, Embrapa, Juiz de Fora, Dezembro de 2005.
- FERREIRA, D. S.; PALLONE, J. A. L.; POPPI, R. J. **Fourier transform near-infrared spectroscopy (FT-NIRS) application to estimate Brazilian soybean [Glycine max (L.) Merril] composition**. Food Research International, v. 51, p. 53-58, 2013.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF UNITED NATIONS (FAO). **Food Energy-Methods of Analysis and Conversion Factors**. Chapter 3, Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 2003.
- FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da Segurança Alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- HANDFORD, C. E.; CAMPBELL, K.; ELLIOTT, C. T. **Impacts of milk fraud on food safety and nutrition with special emphasis on developing countries**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 15, n. 1, p. 130-142, 2016.
- JOLLIFFE, I. T.; CADIMA, J. **Principal Component Analysis: a review and recent developments**. Philosophical Transactions Series A, Mathematical, physical and engineering sciences, v. 374, n. 2065, 2016.
- LEITE, A. I. N.; PEREIRA, C. G.; ANDRADE, J.; VICENTINI, N. M.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. **FTIR-ATR spectroscopy as a tool for the rapid detection of adulterations in butter cheeses**. LWT, v. 109, p. 63-69, 2019.

- LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ROCHA, R. A.; MENDES, T.O.; ANJOS, V. C. **Análise de Resíduos de Diclofenaco Sódico Veterinário em Leite por Espectroscopia no Infravermelho Próximo**. Rev. Bras.Ciências.Saúde, v. 18, n. 3, p.219-224, 2014.
- LUIZ, L. C.; BELL, M. J. V.; ROCHA, R. A.; LEAL, N. L.; ANJOS, V. C. **Detection of Veterinary Antimicrobial Residues in Milk through Near-Infrared Absorption Spectroscopy**. Journal of Spectroscopy, p.1-6, 2018.
- LUIZ, L. C. **Espectroscopia óptica para detecção de resíduos de antibióticos em leite**. 2019. Tese (Doutorado em Física), UFJF.
- MORZELLE, M. C. **Composição Química do Leite**. Notas de Aula, ESALQ/USP, 2016.
- NASCIMENTO, W. W. G.; SOUZA, M. P. O.; VALENTE, A. C. M. M.; ANJOS, V. C.; FURTATO, M. A. M.; BELL, M. J. V. **Results from portable and of low cost equipment developed for detection of milk adulterations**. Food Sci. Technol, v. 37, n. spe, p. 38-74, 2017.
- NASCIMENTO, W. W. G.; SOUZA, M. P. O.; VALENTE, A. C. M. M.; ANJOS, V. C.; FURTATO, M. A. M.; BELL, M. J. V. **Resultados a partir de equipamento portátil e de baixo custo desenvolvido para detecção de adulterações em leite**. Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 2, p. 274-281, 2019.
- NEVES, V. A.; SOUZA, K. A. F. D. **Análise de alimentos: pesquisa dos componentes do leite**. Experimentos de Bioquímica. UNESP.
- PEREIRA, C. G.; LEITE, A. I. N.; ANDRADE, J.; BELL, M. J. V.; ANJOS, V. **Evaluation of butter oil adulteration with soybean oil by FT-MIR and FT-NIR spectroscopies and multivariate analyses**. LWT, v. 107, p. 1- 8, 2019.
- PEREIRA, M. C. S.; BRUMANO, L. P.; KAMIYAMA, C. M.; PEREIRA, J. P. F.; RODARTE, M. P.; PINTO, M. A. O. **Lácteos com baixo teor de lactose: uma necessidade para portadores de má digestão da lactose e um nicho de mercado**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 67, n. 389, p. 57-65, 2012.
- PONTES NETTO, D.; LOPES, M. O.; OLIVEIRA, M. C. S.; NUNES, M. P.; MACHINSKI JUNIOR, M.; BOSQUIROLI, S. L.; BENATTO, A.; BENINI, A.; BOMBARDELLI, A. L. C.; VEDOVELLO FILHO, D.; MACHADO, E.; BELMONTE, I. V.; ALBERTON, M.; PEDROSO, P. P.; SCUCATO, E. S. **Levantamento dos principais fármacos utilizados no rebanho leiteiro do Estado do Paraná**. Acta Scientiarum. Animal Sciences, v. 27, n. 1, p. 145-151, 2005.
- TAVANTI, V. K.; BASSI, L. G.; FERREIRA, G. C. C. et al. **Composição e a capacidade de coagulação de leites de vacas holandesas e girolandas**. Revista do Instituto de Laticínio Candido Tostes, v. 370, n. 64, p. 5-9, 2009.
- VAN BOECKEL, T. P.; GANDRA, S.; ASHOK, A.; CAUDRON, C.; GRENFELL, B. T.; LEVIN, S. A.; LAXMINARAYAN, R. **Global Antibiotic Consumption 2000 to 2010: an Analysis of National Pharmaceutical Sales Data**. The Lancet Infectious Diseases, v. 14, n.8, p. 742-750, 2014.
- WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2nd edition, 2006.
- WILLIAMS, P.; NORRIS, K. **Near-Infrared Technology: In the Agricultural and Food Industries**. American Association of Cereal Chemists, St.Paul, Minn. 2nd. USA. p.296. 2001.

MICROENCAPSULAÇÃO POR *SPRAY DRYING* DE COMPOSTOS ALIMENTÍCIOS: UMA ABORDAGEM CONCEITUAL

Data de submissão: 10/12/2019

Data de aceite: 27/02/2020

Clara Mariana Gonçalves Lima

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos
Lavras – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9611210818825488>

Ana Carolina Salgado de Oliveira

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos
Lavras – Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/5700547392353249>

Silvana Katia Tischer Seraglio

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciência dos Alimentos
Florianópolis – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/4551548011855631>

Renata Torres dos Santos e Santos

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia
João Pessoa - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/9010358105083399>

Tatyana Patrício de Albuquerque Sousa

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia
João Pessoa - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/3885845927095906>

Maria Mayara de Souza Grilo

Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia
João Pessoa - Paraíba
<http://lattes.cnpq.br/8278772295168622>

Lenara Oliveira Pinheiro

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7972067733207066>

Renata Ferreira Santana

Faculdade de Tecnologia e Ciências, Faculdade de Nutrição
Vitória da Conquista - Bahia
<http://lattes.cnpq.br/6804319525028568>

Fábio Zacouteguy Ugalde

Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciência dos Alimentos
Florianópolis – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/2346721272719003>

Josiane Ferreira da Silva

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos
Itapetinga – Bahia
<http://lattes.cnpq.br/7760091381814960>

Roberta Magalhães Dias Cardozo

Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Faculdade de Engenharia de Alimentos
Salinas – Minas Gerais

RESUMO: A secagem por *spray drying* constitui uma tecnologia de grande interesse industrial pelo fato de ser econômica, eficiente, de baixo custo, versátil e simples se comparada aos demais métodos de secagem existentes. É utilizada com a finalidade de proteger o material ativo de condições adversas do meio, apresenta facilidade de operação, além de permitir o desenvolvimento de produtos inovadores. Esta revisão de literatura aborda conceitos relativos ao processo de microencapsulação de compostos alimentícios no *spray dryer*.

PALAVRAS-CHAVE: SECAGEM; ATOMIZAÇÃO; ALIMENTOS; INDÚSTRIA.

SPRAY DRYING MICROENCAPSULATION OF FOOD COMPOUNDS: A CONCEPTUAL APPROACH

ABSTRACT: Spray drying is a technology of great industrial interest because it is economical, efficient, inexpensive, versatile and simple compared to other existing drying methods. It is used for the purpose of protecting the active material from adverse environmental conditions, is easy to operate, and allows the development of innovative products. This literature review addresses concepts related to the process of microencapsulation of food compounds in the spray dryer.

KEYWORDS: DRYING; ATOMIZATION; FOODS; INDUSTRY.

INTRODUÇÃO

A aplicação de técnicas de microencapsulação para diversos ingredientes alimentícios está sob crescente interesse (KALANTARI et al., 2018). O processo consiste em aprisionar um composto ativo como, por exemplo, partículas sólidas, gotículas líquidas ou componentes gasosos em uma matriz polimérica formando uma rede tridimensional (JANISZEWSKA, 2014).

A secagem por atomização utilizando o *spray dryer* constitui uma tecnologia de grande interesse por parte dos industriais do setor alimentício pelo fato de ser econômica, eficiente, de baixo custo, versátil e simples se comparada aos demais métodos de secagem existentes (DRUSCH et al., 2006).

Diversos compostos podem ser desidratados por meio da técnica em questão, inclusive os termossensíveis, uma vez que o tempo de contato entre a fonte de calor e o material aspergido é bastante curto, não resultando em danos consideráveis aos compostos durante o processo (OLIVEIRA; PETROVICK, 2010). O produto obtido ao

final do processo é um pó, logo apresenta o volume reduzido fato esse que facilita as etapas de embalagem, armazenamento, transporte e medição de ingredientes em formulações alimentícias (CALISKAN; DIRIM, 2013). Além disso, permite o desenvolvimento de produtos inovadores, por meio da incorporação de compostos funcionais ao produto base.

Recentemente, a União Européia patrocinou um projeto internacional chamado ENTHALPY que tinha por finalidade reduzir os custos de produção e aumentar a eficiência da secagem por *spray dryer*. Um dos resultados do projeto foi o desenvolvimento de modelos matemáticos e metodologia de simulação de fluidodinâmica computacional para o processo de secagem por *spray drying* de leite (JASKULSKI; TRAN; TSOTSAS, 2019).

Objetivou, com este estudo, realizar uma abordagem conceitual acerca do processo de microencapsulação de compostos alimentícios por *spray drying*.

CONCEITOS GERAIS DA SECAGEM POR SPRAY DRYING

A microencapsulação, também denominada secagem por atomização ou por pulverização, constitui um processo de empacotamento de partículas (compostos de sabor, pigmentos, acidulantes, nutrientes, coenzimas, enzimas, probióticos e conservantes) em cápsulas comestíveis. A liberação do conteúdo ocorre sob condições específicas de forma a evitar que o mesmo seja exposto indevidamente ao meio (EDRIS et al., 2016; SUAVE et al., 2006; FUCHS et al., 2006; DESAI; PARK, 2005; AZEREDO, 2005). A microcápsula é formada por uma membrana semipermeável, esférica, delgada e resistente envolvendo um interior, possui diâmetro variando de alguns micrômetros a 1 mm (ALI et al, 2019; ANAL; SINGH, 2007).

O material a ser encapsulado também pode ser chamado de núcleo, recheio, carga, agente ativo, composto ativo ou fase interna e o material que compõe o revestimento recebe as denominações de invólucro, material de parede, cobertura, agente carreador, membrana, revestimento, matriz ou agente encapsulante (COSTA, 2013). É necessário ressaltar que o material de parede deverá proteger o material encapsulado da degradação química como as reações de oxidação e hidrólise, por exemplo (MCCLEMENTS et al., 2009).

Micropartículas utilizadas na elaboração de sistemas particulados estão se tornando cada vez mais relevantes devido ao seu potencial de aplicação. (SCHOLTEN; MOSCHAKIS; BILIADERIS, 2014). As definições e empregos da microencapsulação têm sido ampliados devido às novas necessidades que a indústria de alimentos apresenta em propriedades cada vez mais complexas nas formulações, que muitas vezes, só podem ser conferidas através da secagem por pulverização (GOUIN, 2004).

Nesse sentido, a tecnologia em questão soluciona limitações no emprego de ingredientes e mantém a viabilidade. Possui a capacidade de reduzir a volatilidade, a

reatividade, além de aumentar a estabilidade dos compostos em condições adversas, tais como: umidade, presença de luz, calor, oxigênio e pH extremos (BOTREL et al, 2017).

Os métodos de microencapsulação podem ser classificados em três grupos: métodos químicos (polimerização interfacial e inclusão molecular), métodos físico-químicos (coacervação simples ou complexa, separação por fase orgânica e envolvimento lipossômico) e métodos físicos (*spray drying*, *spray coating*, *spray chilling*, leite fluidizado, extrusão, centrifugação com múltiplos orifícios, co-cristalização e liofilização) (KIM; CHUNG, 2019; TONTUL et al., 2018; JYOTHI et al., 2010; ALVIM, 2005).

As microcápsulas com o material ativo no centro e uma membrana externa formada pelo material de parede são normalmente obtidas por coacervação simples ou complexa. Já as micropartículas com o material de recheio distribuído em uma matriz composta pelo material encapsulante normalmente são obtidas pela técnica de secagem por atomização, em que o agente carreador é um polímero hidrossolúvel. Neste tipo de partícula, a carga de material de recheio, normalmente, é de 20 a 30% do peso total da partícula (JAFARI et al., 2008).

O uso de tecnologias como a microencapsulação pela secagem por atomização proporciona à indústria de alimentos ferramentas para o desenvolvimento de produtos com características sensoriais apropriadas e com mínimas perdas. O desenvolvimento e estudo da otimização das condições de secagem, em diferentes materiais de parede, possibilita o uso de novos encapsulantes emergentes, disponíveis em maior escala. O uso de diversas técnicas analíticas é importante para entender o comportamento do processo em diferentes matrizes encapsulantes, e também, para gerar dados para estudos e aplicações em alimentos (ABRAHÃO, 2019; BOTREL, 2016).

AGENTES CARREADORES

Para que possa ter aplicação nos alimentos, o agente carreador precisa ter grau alimentar, ser biodegradável e capaz de formar uma barreira entre o agente ativo e o meio (ZHANG et al., 2015). Devem ser inertes, mecanicamente resistentes e compatíveis com o material ativo. A avaliação da adequação de um determinado material para servir como agente carreador passa pela avaliação de diversas características. Dentre as mais relevantes, estão a eficiência de encapsulação, a estabilidade e a máxima proteção do composto ativo contra condições do meio ambiente (calor, luz e umidade). Outras características desejadas nas micropartículas são avaliadas especificamente para cada tipo de produto (GHARSALLAOUI et al., 2007).

Para a microencapsulação por *spray drying*, a escolha do agente carreador deve atender a alguns critérios específicos de seleção, como solubilidade em sistemas aquosos, baixa viscosidade, massa molecular, temperatura de transição vítrea,

difusividade, cristalinidade, propriedades de emulsificação e formação de filme, além do custo e da disponibilidade (JAFARI et al., 2008).

Algumas classes de componentes podem ser empregadas como, por exemplo, carboidratos e proteínas. Vale destacar que os agentes carreadores podem ser utilizados sozinhos ou combinados (TEODORO et al., 2019; RAJABI et al., 2015; GALLARDO et al., 2013). A proteção proporcionada pela parede polimérica evita que, durante o armazenamento prolongado, ocorram alterações químicas e sensoriais no material encapsulado. Na forma de micropartículas hidrofílicas, aumentam a solubilidade de ingredientes e facilitam a sua incorporação como aditivos em alimentos (PEREIRA et al., 2018; GOUIN, 2004).

ETAPAS DO PROCESSO DE SECAGEM POR *SPRAY DRYING*

A secagem por *spray drying* é uma tecnologia bem estabelecida para a produção de micropartículas. Sua utilização permite a produção desde escalas laboratoriais da ordem de mililitros por hora até dezenas de toneladas por hora na indústria. Considerando a versatilidade e o pequeno tempo de residência dos produtos na câmara de secagem, o *spray dryer* tornou-se o principal equipamento para a secagem de materiais que apresentam sensibilidade ao calor, como alimentos e materiais de origem biológica (FERNANDES, 2017).

A produção de micropartículas pelo método de *spray drying* é um processo que se divide em três etapas fundamentais. Na primeira, ocorre a alimentação do líquido que é bombeado para dentro de uma câmara de secagem através de um bocal. Na segunda, as gotículas do líquido são atomizadas, na saída do bocal, e entram em contato com o ar aquecido, havendo transferência de calor. Por fim, na terceira etapa, acontece a evaporação do solvente, ocorrendo transferência de massa, e o material seco é separado em um recipiente que fica abaixo do ciclone (SINGH; VAN DEN MOOTER, 2015; PARK et al., 2014; OLIVEIRA; PETROVICK, 2010; DE VOS et al., 2010).

A temperatura de saída do produto é decorrente da combinação da temperatura do ar de entrada no equipamento, da velocidade de atomização e da vazão de ar quente que irá carrear o produto para o ciclone. A diferença entre a temperatura de entrada e a de saída do ar afeta o teor de umidade residual do produto, caso essa diferença seja excessiva resulta em um produto com alta umidade residual, o que pode comprometer sua estabilidade. Uma vazão de ar alta implica em menor tempo de residência do produto na câmara de secagem, alto grau de separação no ciclone e pode resultar em alta umidade residual. Maiores vazões de alimentação da solução resultam em menores temperaturas de saída do ar (ROCHA, 2014).

Os parâmetros da secagem são de alta relevância para definir a qualidade do processo de encapsulamento. Devem ser considerados parâmetros como temperatura

do ar de entrada e saída, temperatura de alimentação, tipo e condições de atomização, taxa de fluxo e umidade do ar de secagem e tamanho de partículas (JAFARI et al., 2008).

A taxa de secagem das gotas é diretamente proporcional à temperatura do ar de entrada e ao tamanho das gotículas, devido ao aumento da área superficial de transferência de calor e massa e do gradiente de temperatura que provoca uma rápida evaporação da água (TURCHIULI et al., 2011; GHARSALLAOUI et al., 2007). Numa operação com o fluxo do ar de secagem em co-corrente com a atomização, a evaporação é rápida e o produto não é submetido à degradação pelo calor. Quando a gota entra em contato com o ar de secagem, a evaporação da água ocorre rapidamente até que a umidade atinja valores muito baixos (KESHANI et al., 2015; PATEL; PATEL; SUTHAR, 2009).

Um dos pontos importantes na avaliação das micropartículas pelo método em questão consiste na quantidade de componentes do material de núcleo presentes na superfície das partículas, especialmente de compostos lipídicos. A presença de gordura na superfície deixa a partícula com características hidrofóbicas, diminuindo a molhabilidade e a dispersibilidade, visto que a gordura na superfície age como uma ponte, reduzindo o escoamento das partículas. Este material é também prontamente susceptível à oxidação e desenvolvimento de rancidez. A compreensão do mecanismo envolvido na formação da composição superficial dos pós e a habilidade para controlar esta composição serão úteis no desenvolvimento de novos produtos e melhoramento daqueles já existentes (MASTERS, 1991).

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, F. R. et al. Microencapsulation of bioactive compounds from espresso spent coffee by spray drying. **LWT**, v. 103, p. 116-124, 2019.

ALI, H. et al. Influence of spray-drying on improving the quality of dried carob juice. **Quality Assurance and Safety of Crops & Foods**, p. 1-10, 2019.

ALVIM, I.D. **Produção e caracterização de micropartículas obtidas por spray drying e coacervação complexa e seu uso para alimentação de larvas de peixes**. Campinas, 2005. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual de Campinas.

ANAL, A. K.; SINGH, H. Recent advances in microencapsulation of probiotics for industrial applications and targeted delivery. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 18, n.5, p. 240-251, 2007.

AZEREDO, H. M. C. de. Encapsulação: aplicação à tecnologia de alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 1, p. 89-97, 2005.

BOTREL, D. A. et al. Properties of spray-dried fish oil with different carbohydrates as carriers. **Journal of food science and technology**, v. 54, n. 13, p. 4181-4188, 2017.

BOTREL, R.V.B.F. **Óleo essencial de gengibre (*Zingiber officinale* L.) microencapsulado por spray drying em diferentes matrizes poliméricas**. Lavras, 2016. p. 140. Tese (Doutorado em

Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

CALISKAN, G.; DIRIM, S. N. The effects of the different drying conditions and the amounts of maltodextrin addition during spray drying of sumac extract. *Food and Bioproducts Processing*, Rugby, v. 91, p. 539-548, 2013.

COSTA, J. M. G. **Eficiência de diferentes encapsulantes e condições operacionais de secagem por atomização na produção e aplicação de micropartículas de bioaroma de quijo suíço.** Lavras, 2013. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras.

DESAI, K. G.; PARK, H. J. Recent developments in microencapsulation of food ingredients. **Drying Technology**, New York, v. 23, n.7, p. 1361-1394, Feb. 2005.

DRUSCH, S.; SEFERT, Y.; VAN DEN HEUVEL, A.; SCHWARZ, K. Physicochemical characterization and oxidative stability of fish oil encapsulated in an amorphous matrix containing trehalose. **Food Research International**, v. 39, n. 7, p. 807-815, 2006.

EDRIS, A. E. et al. Microencapsulation of Nigella sativa oleoresin by spray drying for food and nutraceutical applications. **Food Chemistry**, London, v. 204, p. 326–333, Aug. 2016.

FUCHS, M. et al. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidised bed agglomeration. **Journal of Food Engineering, Essex**, v. 75, n. 1, p. 27–35, 2006.

GALLARDO, G. et al. Microencapsulation of linseed oil by spray drying for functional food application. **Food Research International**, v. 52, n. 2, p. 473-482, 2013.

GOUIN, S. Microencapsulation: industrial appraisal of existing technologies and trends. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.15, p. 330-347, 2004.

JAFARI, S. M.; ASSADPOOR, E.; HE, Y; BHANDARI, B. Encapsulation efficiency of food flavors and oils during spray drying. **Drying Technology**, v. 26, p. 816-835, 2008.

JANISZEWSKA, E. Microencapsulated beetroot juice as a potential source of betalain. **Powder Technology**, Lausanne, v. 264, p. 190-196, Sept. 2014.

JASKULSKI, Maciej; TRAN, Thi Thu Hang; TSOTSAS, Evangelos. Design study of printer nozzle spray dryer by computational fluid dynamics modeling. **Drying Technology**, p. 1-13, 2019.

JYOTHI, N. V. N; PRASANNA, P. M.; SAKARKAR, S. N.; PRABHA, S.; RAMAIAH, P. S.; SRAWAN, G. Y. Microencapsulation techniques, factors influencing encapsulation efficiency. **Journal of Microencapsulation**. v. 27, n. 3, p. 187-197, 2010.

KALANTARI, M. et al. Fig extract drying: The relationship between the main operating parameters of a pilot-scale spray dryer and product specifications. **Food Science & Nutrition**, v. 6, n. 2, p. 325-333, 2018.

KIM, Ju-Eun; CHUNG, Young Mi. CFD-DEM Simulation of the Fluidized-bed Granulation of Food Powders. **Biotechnology and Bioprocess Engineering**, v. 24, n. 1, p. 191-205, 2019.

MCCLEMENTS, D. J. **Food Emulsions: Principles, Practice and Techniques**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press., p. 609. 2005.

OLIVEIRA, O. W.; PETROVICK, P. R. Secagem por aspersão (spray drying) de extratos vegetais: bases e aplicações. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, Curitiba, v. 20, p. 641-650, Aug./Sept. 2010.

PEREIRA, K. C. et al. Microencapsulação e liberação controlada por difusão de ingredientes alimentícios produzidos através da secagem por atomização: revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, 2018.

RAJABI, H. et al. Retention of saffron bioactive components by spray drying encapsulation using maltodextrin, gum Arabic and gelatin as wall materials. **Food hydrocolloids**, v. 51, p. 327-337, 2015.

SCHOLTEN, E.; MOSCHAKIS, T.; BILIADERIS, C. G. Biopolymer composites for engineering food structures to control product functionality. **Food Structure**, Chicago, v. 1, n. 1, p. 39-54, Jan. 2014.

SUAVE, J.; DALL'AGNOL, E. C.; PEZZIN, A. P. T.; SILVA, D. A. K.; MEIER, M. M.; SOLDI, V. Microencapsulação: Inovação em diferentes áreas. **Revista Saúde e Ambiente**, p. 12-20, 2006.

TEODORO, R. A. R. et al. Effects of ultrasonication on the characteristics of emulsions and microparticles containing Indian clove essential oil. **Drying Technology**, v. 37, n. 9, p. 1162-1172, 2019.

TONTUL, S. A. et al. The microencapsulation of bioactive food components by spray chilling method. **GIDA-Journal of Food**, v. 43, n. 1, p. 11-20, 2018.

USE OF ENERGY DISPERSIVE SPECTROSCOPY AND PRINCIPAL COMPONENT ANALYSIS FOR DETECT PENICILLIN IN POWDERED MILK

Data de submissão: 10/12/2019

Data de aceite: 27/02/2020

Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2115492949957340>

Leandro da Conceição Luiz

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0008173102097727>

Maria José Valenzuela Bell

Universidade Federal de Juiz de Fora,
Departamento de Física
Juiz de Fora, Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8812588591902130>

Rafaela Tavares Batista

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro
Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1347055762829043>

Renato Pereira de Freitas

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio de Janeiro
Paracambi, Rio de Janeiro.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2412070302741470>

Roney Alves da Rocha

Universidade Federal de Lavras, Departamento
de Ciências dos Alimentos
Lavras, Minas Gerais.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3551854121042919>

Virgílio de Carvalho dos Anjos

Universidade Federal de Juiz de Fora,

ABSTRACT: The milk and its derivatives are the most consumed food. This study focuses on detection of penicillin residues in powdered milk through Energy Dispersive Spectroscopy. For this simulated samples were considered. The simulated ones take into account veterinary drugs added in milk samples in the following concentration penicillin 4 $\mu\text{g/L}$ (4 ppb). The statistical tool used to discriminate the samples was the principal component analysis (PCA). The PCA discriminated penicillin-contaminated milk powder. Through the vectors in the PCA we also discriminated the samples according to their elemental composition. The methodology proved to be fast and accurate within the maximum residue limits allowed by regulatory agencies.

KEYWORDS: Energy Dispersive Spectroscopy. Milk. Principal Component Analysis. Penicillin.

1 | INTRODUCTION

In the last several years, studies aimed at quality control of milks and their derivatives has been of great interest in the field of food industry and in the scientific researches. The importance

of these studies is due to the fact that the consumer will have a rich food nutritionally and free of adulteration and contaminants. According to the Food and Agriculture Organization of the United Nations, milk is one of the most consumed foods in the world. It not only has its importance in the nutritional level, but also plays an important role in the economy. Global consumption of milk and its derivatives exceeds 6 billion of consumers (LUIZ, 2018)(FAO, 2017). The composition of milk is an important parameter for its quality. Its main components are: proteins, carbohydrates, lipids, minerals and vitamins. Bovine milk contains about 87.1% water, 4.0% fat, 3.3% protein, 4.6% lactose and 0.7% ash. The typical composition of proteins present in bovine milk is casein in 78.3%, whey proteins in 19% and others in 2.7% (LUIZ, 2018)(WALSTRA, 2006)(TAVANTI, 2009). Lactose is the milk carbohydrate, it is a disaccharide formed by monosaccharides: glucose and galactose, which provide 16.8 kJ/g for people (LUIZ, 2019). The minerals found in significant amounts in milk are: calcium (Ca) and phosphorus (P) that are associated with the micelles of casein, chlorine (Cl), potassium (K), sodium (Na), magnesium (Mg). In small quantities: iron (Fe), aluminum (Al), bromine (Br), zinc (Zn) and manganese (Mn) are present. Adulterations in milk have been highly reported in developing countries, such as Pakistan, Brazil, India, and China (LUIZ, 2018)(HANDFORD, 2016). The main method of milk adulteration is to increase milk volume with the addition of water. However, recent studies have been conducted that show very positive results with the development of new equipment and techniques for the detection of water in milk (BRANDÃO, 2017) (NASCIMENTO, 2019) (NASCIMENTO, 2017). Still there are other problems, such as the contamination of milk by residues of veterinary drugs that may be present when the cow is milked in the grace period. In the last years several scientific researchers have been carried out in order to contribute to the analysis of residues of drugs in milk. In 2013, Granella et al. used Liquid Chromatography and Mass Spectrometry (LC/MS) to verify the contamination of organic and conventional milk by chemical residues (GRANELLA, 2013). In 2014, Van Boeckel et al. showed that, between 2000 and 2010, the consumption of antibiotics by the world population has increased by 36% and is related to the appearance of drug-resistant bacteria. Fraction of this increase is due to ingestion of animals or their food derivatives contaminated with antibiotics (VAN BOECKEL, 2014). In 2014, Zhang Y. D et al. examined UHT and pasteurized milks to verify the presence of residues of tetracyclines, sulphonamides, sulfamethazine and quinolones in them, through the ELISA method (ZHANG, 2014). Also in 2014, Luiz et al. detected diclofenac sodium residues in milk samples using Fourier Transform Near Infrared Spectroscopy (FT-NIR) associated with Principal Component Analysis (PCA) (LUIZ, 2014). In 2015, Moharana et al. analyzed by Reversed-Phase High-Performance Liquid Chromatography (RP-HPLC) the veterinary drug enrofloxacin in cow's milk samples obtained from two cities in India (MOHARANA, 2015). In 2018, Luiz et al. analyzed the veterinary drugs tetracycline, enrofloxacin, penicillin, ceftiofur hydrochloride and diclofenac sodium by means of PCA-associated Fourier transform near-infrared spectroscopy (FT-NIR) to

fast and accurately detect residues of these drugs in milk samples (LUIZ, 2018). In scanning electron microscopy (SEM), a highly energetic and focused electron beam is formed and scans the specimen in a raster scan pattern. Then, different effects can result from the interaction between the electron beam and the electrons in the sample. For example, characteristic x-rays result from electronic transitions in the atoms of a sample by an incident electron beam. The combination of SEM imaging and elemental analysis given by Energy X-ray dispersion spectroscopy (EDS) made it into one of the most powerful tools in scientific research to characterization of samples (GIRÃO, 2017). Spectroscopic techniques combined with chemometric methods allow to analyze, interpret and extract information quickly and accurately with minimal sample preparation (BRANDÃO, 2010). This work deals Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) to analyze the elemental composition of a milk powder sample and associated with PCA to detect in this sample traces of veterinary antimicrobial penicillin.

2 | MATERIALS AND METHODS

The analyses FT-NIR were performed in the Process and Products Laboratory (LPP) and in the Materials Spectroscopy Laboratory (LEM), located in the Physics Department of Federal University of Juiz de Fora, Brazil. While the SEM/EDS analyzes were performed at the Laboratory of Instrumentation and Simulation of Applied Scientific Computations (LISComp), located at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Paracambi, Brazil.

2.1 Milk and Drug Samples

To whole powdered milk samples, fortified milk with calcium, iron, zinc and vitamins, marketed internationally was used. To drug samples, the veterinary drug penicillin-reinforced pentabiotic from Zoetis/Pfizer was used. The penicillin used was in powdered form. This medication is widely used in veterinary medicine for various pathologies in dairy cattle: mastitis, diarrhea, pneumonia, meningitis, leptospirosis, arthritis, etc. It was necessary to compact the samples of milk powder and powdered milk + penicillin to make a tablet, in order to obtain a plane surface, so that the emitted X-rays by the samples are not diffuse, reducing their incidence in the detector. For this a compactor and a SPECAC hydraulic press were used. 10 ton of pressure was used for 180 seconds. After the time interval the compactor sample was carefully removed in the form of pellets to be irradiated later.

2.2 Analysis using the SEM/EDS Method

Samples were irradiated with a scanning electron microscope, TM-3000 Hitachi, equipped with EDS System Quantax 70 Bruker. First the samples of pure milk powder

and pure penicillin were irradiated. A Shimadzu AY 220 balance was used to simulate powdered milk contaminated with penicillin within the Maximum Residue Limit (MRL). 0.1 mg of the drug, equivalent to 0.01 mg of potassium penicillin G, was separated to mix in 2.5 kg of powdered milk. Then samples of milk powder contaminated with antimicrobial penicillin inside the MRL were irradiated. Three measurements were performed for each sample, at different points of the sample, for 300 s, with energy of 15.0 kV, magnification of 1000 times.

2.3 Statistical Analysis

The energy spectra were made and analyzed with the software OriginPro®8. The PCA, were conducted with the statistical software The Unscramble® version 9.2. The eigenvalues were calculated with the software BioStat version 5.3.

3 | 3. RESULTS

3.1 Energy Spectrum provide by SEM/EDS

Figure 1, 2 and 3 show the energy spectra obtained by SEM/EDS.

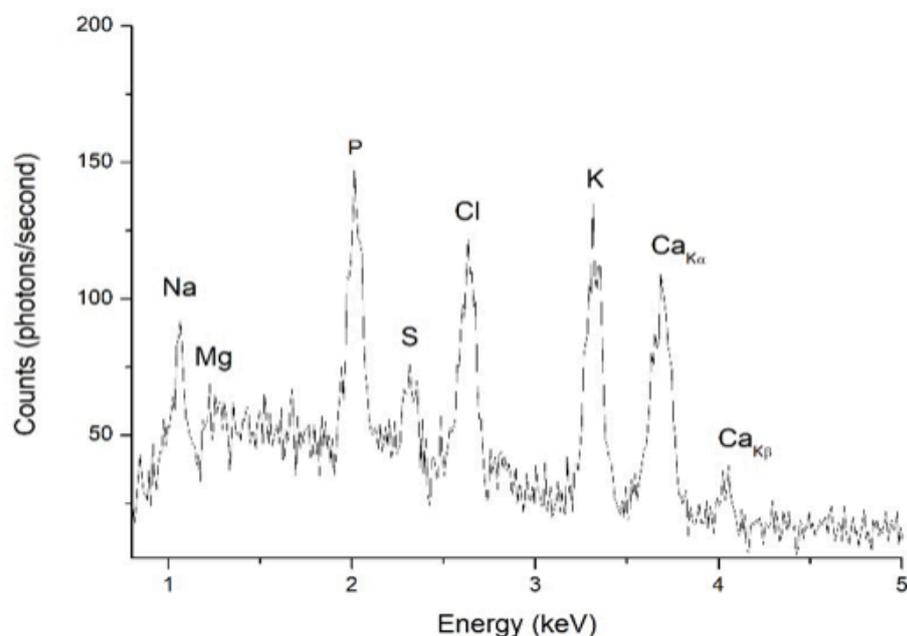


Figure 1 – Spectrum with the elemental composition of the pure milk powder sample.

In Figure 1 we can see some elements that constitute the minerals present in the milk, already mentioned in the introduction of this work, are: sodium, magnesium, phosphorus, chlorine, potassium and calcium.

Figure 2 shows the elemental composition of the pentabiotic veterinary antimicrobial (penicillin G Potassium) sample (line) compared with milk pure sample (filled area).

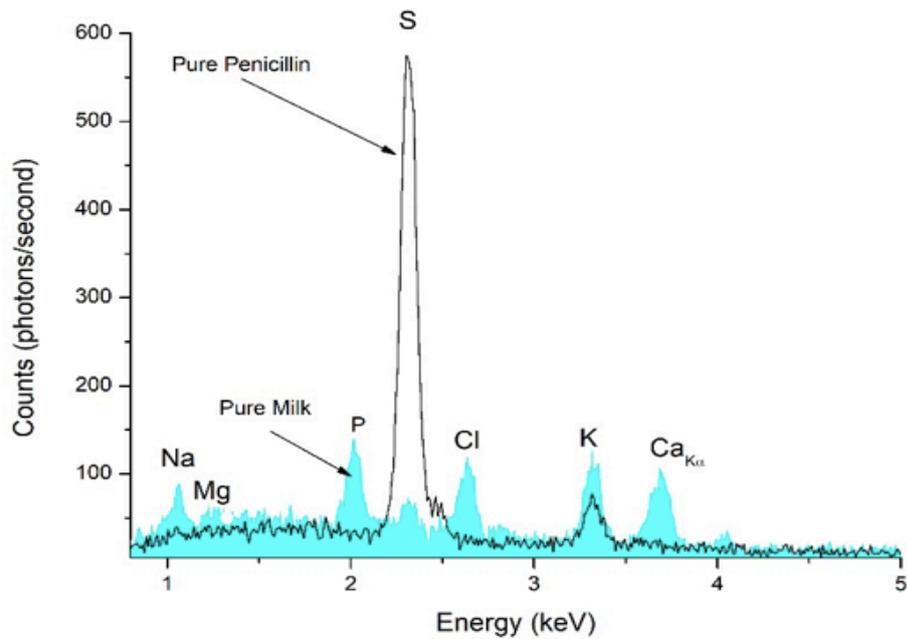


Figure 2 – Spectrum with the elemental composition of the samples of pure milk (filled area) and pure penicillin G potassium (line).

Note, in Figure 2, that the peak relative to sulfur energy (2,31 keV) stands out at a higher intensity (count) than in figure 1. Sulfur and potassium peak refers to the composition of penicillin G Potassium, since its molecular formula is $C_{16}H_{17}KN_2O_4S$.

In Figure 3, the contamination of the milk powder sample with the veterinary medicinal product penicillin G potassium was simulated in order to verify, through the spectrum, the presence of penicillin G.

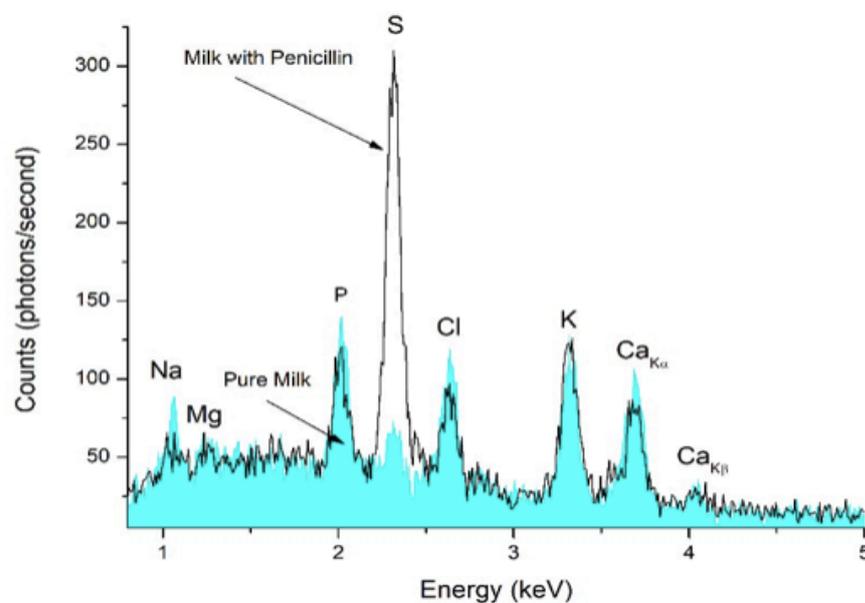


Figure 3 – Spectrum with the elemental composition of the samples of pure milk (filled area) and milk add penicillin G potassium (line).

From Figure 3 note that in the milk sample simulated with the drug (line), the peak for the sulfur element stands out in relation to the same element of the sample of pure milk powder (filled area). This is due to the high presence of the atoms of this element in the pure penicillin G potassium found in figure 2.

The other minerals: manganese, iron and zinc, which are also part of the milk constitution, are not present in the spectrum of Figure 1 because their concentration is very small compared to the other elements, camouflaging their peaks. Then, in an attempt to find the overlapping peaks, the second derivative (Derivative Order 2) in the curve was made so that these peaks became more distinctive. Figure 4 shows the energy spectra (top) and their second derivative (bottom) of pure milk samples.

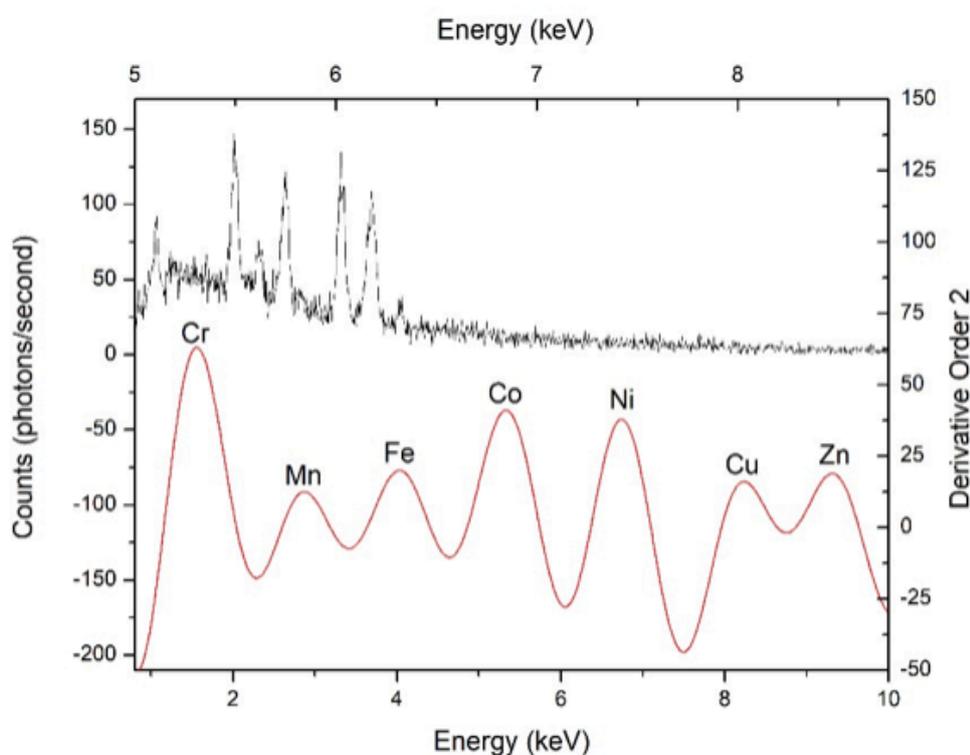


Figure 4 – Energy spectra of pure sample of powdered milk with their respective second derivative.

In Figure 4, the minerals Mn, Fe and Zn present in the milk composition were not found in the spectrum of Figure 1 and in the spectrum (top) of Figure 4. However, minerals appear in the second derivative (bottom). The remaining elements may be a consequence of the beam scattering.

3.2 Principal Components Analysis

The principal component of a set of data (dimensionality) is obtained by means of an analysis that consists in finding the eigenvalues of the covariance matrix. Each eigenvector has a corresponding eigenvalue. The eigenvectors with higher eigenvalues are the principal components and are ordered from the higher to the smaller ones

furnishing the components in significance degree (SAYAD, 2010)(SANTOS, 2012). Table 1 shows the explained and cumulative variances of the principal components of pure and contaminated milk samples within the MRL.

PC	Eigenvalues	Explained Variances (%)	Cumulative Variances
PC1	7.0128	77.9203	77.9203
PC2	0.9308	10.3418	88.2622
PC3	0.4458	4.9536	93.2157
PC4	0.2878	3.1980	96.4137
PC5	0.2005	2.2273	98.6410
PC6	0.0951	1.0568	99.6979
PC7	0.0238	0.2642	99.9620
PC8	0.0031	0.0347	99.9967
PC9	0.0003	0.0033	100.0000

Table 1 – Explained and cumulative variances of pure and contaminated milk samples within the MRL.

Figure 6 shows the score plot with the clustering of milk samples: control (Pure Milk), contaminated with 4 ppb of penicillin G potassium (Penicillin 4 ppb) and pure penicillin G potassium (Pure Penicillin).

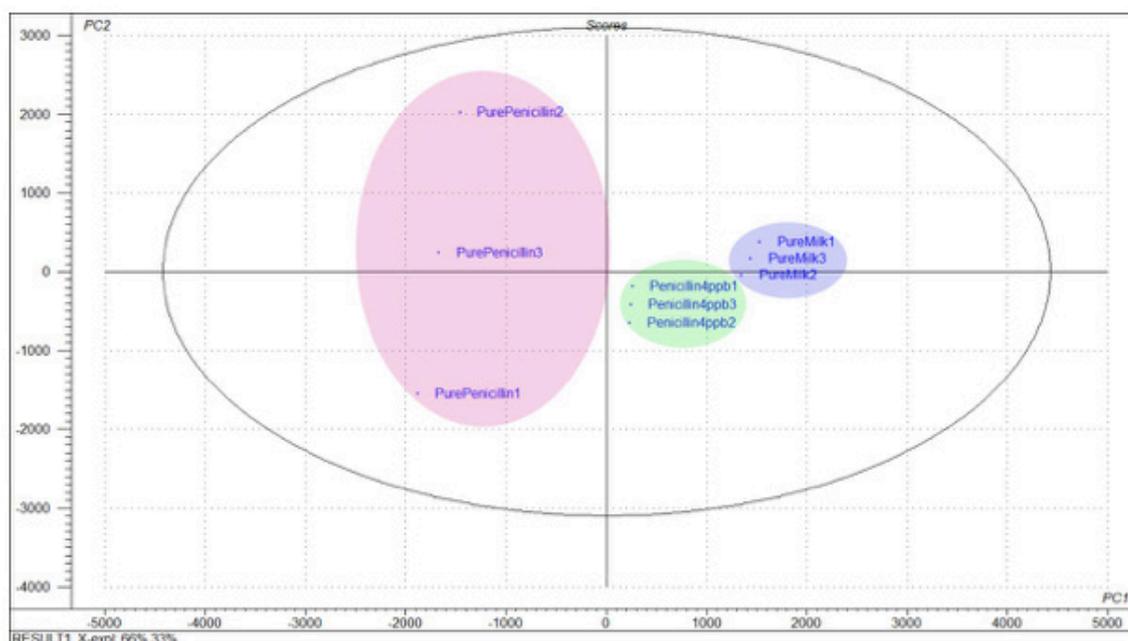


Figure 6 – Hotelling Score plot of statistical analysis (PCA) showing clustering data for control milk samples (Pure Milk), milk with 4 ppb of penicillin (Penicillin 4 ppb) and pure penicillin (Pure Penicillin).

From Figure 6, it is clear the formation of clusters resulting from the high degree of similarity between groups of samples. The PCA accurately discriminated the samples in groups despite the very low concentration of the antimicrobial. From PC1, one can observe that the pure milk and milk contaminated with penicillin have the near

score. Therefore, PC1 represents the degree of milk contamination with antibiotics. In addition, within the cluster itself, each sample has the near scores, showing similarities and belonging to the same group.

The Figure 7 shows the score plot with the average values of milk samples: control (Pure Milk), contaminated with 4 ppb of penicillin G potassium (Penicillin 4 ppb) and pure penicillin G potassium (Pure Penicillin). Note that PCA also discriminated the samples. Where PC1 represents the degree of contamination, because the sample Penicillin 4 ppb is close to the PureMilk sample along PC1.

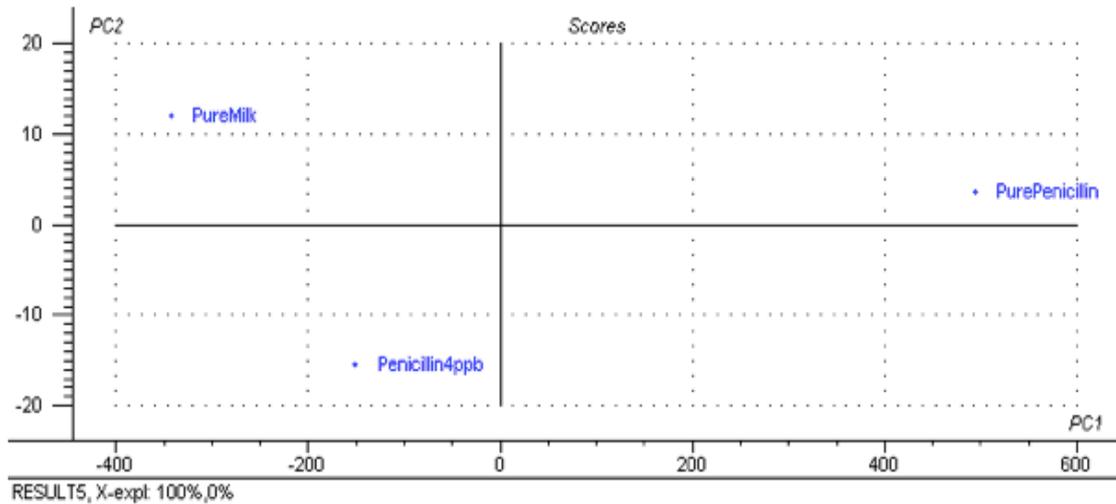


Figure 7 – Score plot of statistical analysis (PCA) with the average values for control milk samples (Pure Milk), milk with 4 ppb of penicillin (Penicillin 4 ppb) and pure penicillin (Pure Penicillin).

The other consideration to be made is through the angles between the vectors in the loading plot. If the angle is close to 0 degree, the correlation is very high and positive; if it is close to 180 degree, the correlation is also high, but negative; if the angle is about 90 degree, the variables are poorly related (BODENMÜLLER, 2010) (SMITH, 2002).

The Figure 8 shows the loading plot referring to chemical composition of samples.

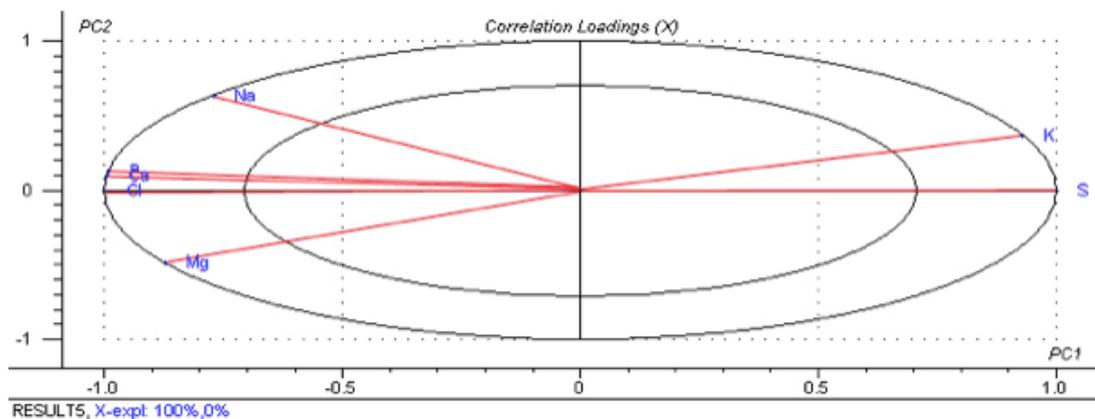


Figure 8 – PCA loading plot, referring to chemical composition of samples.

Analyzing the angles between the vectors of Figure 8, there is a very high and positive correlation between K and S elements. This verification is valid since it is known that these elements constitute the sample of penicillin G potassium. In the opposite quadrants, with a very close angle of 180 degrees, the elements S, Cl, Ca, P and K are present. This is due to the fact that elements K and S constitute the milk sample, but also are present in the drug, that is, a high and negative correlation. At angles of approximately 0 degrees are Ca, P and Cl, these elements are present at higher intensities in pure milk. Potassium is present in milk at high intensity but is also present in penicillin G potassium, so in this case there is a high but negative correlation, being on opposite sides (about 180 degrees).

According to the considerations taken, analyzing Figures 7 and 8, the pure penicillin G potassium sample is associated with the variables K and S, indicating a high degree of similarity with these elements. Thus, even if we did not know that the sample of pure penicillin G potassium was such a drug, the comparison induces us that it would be. The samples of pure milk and milk add penicillin G potassium in 4 ppb are related to the variables Cl, Ca, P and Na indicating that it is possible to milk because these elements are part of the milk.

4 | CONCLUSIONS

The present work presented a fast and accurate methodology for the detection of milk residues in milk using spectroscopic techniques associated to PCA. Through the spectrum provided by the SEM/EDS system it was possible to identify the chemical elements that constituted samples of milk powder, potassium penicillin G and milk contaminated with potassium penicillin G in 4 ppb. The technique detected residues of the drug penicillin potassium in powdered milk. The methodology with SEM / EDS spectroscopy allowed not only to detect the residues of the drug but also the elements that constitute them directly.

5 | ACKNOWLEDGEMENTS

The authors thank the Brazilian funding agencies CAPES (PNPD 2871/2011), CNPq (309100/2016-0), and FAPEMIG (MPR 00004-13 and MPR 01068/16) for financial funding.

REFERENCES

BODENMÜLLER, A. F.; DAMASCENO, J. C.; PREVIDELLI, I. T. S.; SANTANA, R. G.; RAMOS, C. E. C. O.; SANTOS, G. T. **Tipologia de sistemas de produção baseada nas características do leite.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n. 8, 1832–1839, 2010.

BRANDÃO, M. C. M. P.; CARMO, A. P.; BELL, M. J.; ANJOS, V. C. **Characterization of Milk by Infrared Spectroscopy**. Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, v. 65, n. 373, p. 30-33, 2010.

BRANDÃO, M. P.; NETO, M. G.; ANJOS, V. C.; BELL, M. J. V. **Detection of adulteration of goat milk powder with bonive milk powder by front-face and time resolved fluorescence**. Food Control, v. 81, p. 168-172, 2017.

FAO/WHO. **Dairy Production and Products: Milk and Milk Products**. 2017.

GIRÃO, A. V.; FERRO, G. C. M. C. **Application of Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDS)**. Comprehensive Analytical Chemistry, Chapter 6, 155-158, 2017.

GRANELLA, V.; VENTORINI, C. G.; PIGATTO, G. M.; NÖRNBERG, J. L.; COSTABEBER, I. H. **Resíduos de Agrotóxicos em Leites Pasteurizados Orgânicos e Convencionais**. Semina: Cienc. Agrárias, v. 34, no. 4, 1731-1740, 2013.

HANDFORD, C. E.; CAMPBELL, K.; ELLIOTT, C. T. **Impacts of milk fraud on food safety and nutrition with special emphasis on developing countries**. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v. 15, n. 1, p. 130–142, 2016.

LUIZ, L. C; BELL, M. J. V; ROCHA, R. A; MENDES, T.O; ANJOS, V. C. **Análise de Resíduos de Diclofenaco Sódico Veterinário em Leite por Espectroscopia no Infravermelho Próximo**. Rev. Bras.Ciências.Saúde, v. 18, n. 3, p.219-224, 2014.

LUIZ, L. C; BELL, M. J. V; ROCHA, R. A; LEAL, N. L; ANJOS, V. C. **Detection of Veterinary Antimicrobial Residues in Milk through Near-Infrared Absorption Spectroscopy**. Journal of Spectroscopy, p.1-6, 2018.

LUIZ, L. C. **Espectroscopia óptica para detecção de resíduos de antibióticos em leite**. 2019. Tese (Doutorado em Física), UFJF.

MOHARANA, B.; VENKATESH, P. K.; PREETHA, S. P.; SELVASUBRAMANIAN, S. **Quantification of enrofloxacin residues in milk sample using RP-HPLC**. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, v. 4, n. 10, 1443–1450, 2015.

NASCIMENTO, W. W. G.; SOUZA, M. P. O.; VALENTE, A. C. M. M.; ANJOS, V. C.; FURTATO, M. A. M.; BELL, M. J. V. **Results from portable and of low cost equipment developed for detection of milk adulterations**. Food Sci. Technol, v. 37, n. spe, p. 38-74, 2017.

NASCIMENTO, W. W. G.; SOUZA, M. P. O.; VALENTE, A. C. M. M.; ANJOS, V. C.; FURTATO, M. A. M.; BELL, M. J. V. **Resultados a partir de equipamento portátil e de baixo custo desenvolvido para detecção de adulterações em leite**. Inovação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 2, p. 274-281, 2019.

SANTOS, R. E. **Principal component analysis applied to digital image compression**, Einstein, v. 10, n. 2, 135–139, 2012.

SAYAD, S. **Principal Component Analysis, University of Toronto**. Toronto, ON, Canada, 2010.

SMITH, R. R.; MOREIRA, L. V. H.; LATRILLE, L. L. **Characterization of dairy productive system in the Tenth Region of Chile using multivariate analysis**. Agricultura Técnica, v. 62, n.3, 35-395, 2002.

TAVANTI, V. K.; BASSI, L. G.; FERREIRA, G. C. C. et al. **Composição e a capacidade de coagulação de leites de vacas holandesas e girolandas**. Revista do Instituto de Laticínio Cândido Tostes, v. 370, n. 64, p. 5-9, 2009.

VAN BOECKEL, T. P.; GANDRA, S.; ASHOK, A.; CAUDRON, C.; GRENFELL, B. T.; LEVIN, S. A.; LAXMINARAYAN, R. **Global Antibiotic Consumption 2000 to 2010: an Analysis of National Pharmaceutical Sales Data**. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 14, n.8, p. 742-750, 2014.

WALSTRA, P.; WOUTERS, J. T. M.; GEURTS, T. J. **Dairy Science and Technology**, CRC Press, Boca Raton, FL, USA, 2nd edition, 2006.

ZHANG, Y. D.; ZHENG, N.; HAN, R. W.; ZHENG, B. Q.; YU, Z. N.; LI, S. L.; ZHENG, S. S.; WANG, J. Q. **Occurrence of tetracyclines, sulfonamides, sulfamethazine and quinolones in pasteurized milk and UHT milk in China's market**. *Food Control*, v. 36, n. 1, 238–242. 2014.

EFEITO DA PRESENÇA DE PELE NA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA CENTESIMAL DO JUNDIÁ (*Rhamdia quelen*) SUBMETIDO AO PROCESSO DE DEFUMAÇÃO À QUENTE

Data de submissão: 05/02/2020

Data de aceite: 27/02/2020

Patricia da Silva Dias

Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Paraná, Brasil, Graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade de Jandaia do Sul, Paraná, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-5161-9693>

Eloísa Magalhães Pereira

Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético da Universidade Estadual de Maringá, Mestre em Melhoramento Genético pela Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, Graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade de Jandaia do Sul, Paraná, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/4435036860439872>

Neide Regina Lemes da Silva

Graduação em Zootecnia pela Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil.

Hanna Karolyna dos Santos

Mestre em zoologia pela Universidade Federal do Paraná, Brasil, Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/9834194939760813>

Pablo Américo Barbieri

Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético da Universidade Estadual de Maringá, Mestre em Melhoramento Genético pela Universidade Estadual de Maringá, Paraná,

Brasil, Graduação em Ciências Biológicas pela Faculdade de Jandaia do Sul, Paraná, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/2410376874776561>

Sabrina Deosti

Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, Graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/7550913518522997>

Rosane Lopes Ferreira

Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Paraná, Brasil, Graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/3557411892927834>

Nilmara Rodrigues Machado

Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Paraná, Brasil, Graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Piauí, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/1002465918939920>

Alex da Silva Loiola

Mestre em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável pela Universidade Federal do Paraná, Brasil, Graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal do Piauí, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/4273049799975320>

Nathã Costa de Sousa

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Aquicultura e Desenvolvimento Sustentável da Universidade Federal do Paraná, Brasil, Graduação em Engenharia de Pesca pela

Universidade Estadual do Maranhão, Brasil, Graduação em Ciências Contábeis pela Unidade de Ensino Superior Dom Bosco, São Luís, Maranhão, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/2871905764489228>

Marcos Vinícius de Castro Freire

Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil, Graduação em Engenharia de Pesca pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-5747-6005>

Magali Barnardes Maganhini

Mestre em Ciências de Alimentos pela Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil, Graduação em Medicina Veterinária pela Universidade de Marília, São Paulo, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/3841883200036341>

RESUMO: O jundiá (*Rhamdia quelen*) é um peixe de água doce, abundante na região sul do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da presença da pele sobre a composição centesimal da carne de jundiá (*R. quelen*) adultos submetido ao processo de defumação à quente. Foram utilizados 30 jundiás, separados em duas categorias: A: peixes inteiro eviscerado com pele B: peixes inteiros eviscerados sem pele, com peso médio de $401,68 \pm 10,10$ g e comprimento total de $31,7 \pm 2,7$ cm, para amostras de peixes inteiros eviscerados *in natura* foram retirados 10 para análise bromatológica; Foram submetidos ao processo de salmouragem 20% (2:1) /60min e posteriormente foi realizada a defumação à quente. Foram realizadas análises bromatológica centesimal para determinação do teor de proteínas e lipídeos dos peixes eviscerados com pele (A) e sem pele (B) defumados comparado com *in natura*. A proteína foi significativamente superior ($P < 0,05$) nos peixes defumados 23,49% e 23,05% (respectivamente para categoria A e B) comparados ao *in natura*. Já para a lipídeos, os peixes da categoria A apresentaram um valor significativamente ($P < 0,05$) superior (9,87%) aos *in natura* (6,35%). Os resultados demonstram que a retirada da pele não influenciou na concentração da proteína. Entretanto, para a lipídeos apesar de não ser significativamente distinto da categoria A, os peixes da categoria B apresentaram cerca de 17% menos lipídeos. Portanto a defumação à quente do jundiá, promove uma carne com níveis nutricionais superiores em relação a do peixe *in natura*.

PALAVRA-CHAVE: Composição Centesimal; Defumação; Espécie nativa; Processados.

EFFECT OF THE PRESENCE OF SKIN ON THE JUNDIÁ CENTESIMAL BROMATOLOGICAL COMPOSITION (*Rhamdia quelen*) SUBMITTED TO THE HOT SMOKING PROCESS

ABSTRACT: The jundiá (*Rhamdia quelen*) is a freshwater fish, abundant in southern Brazil. The objective of this work was to evaluate the effect of the presence of the skin on the proximate composition of adult jundiá (*R. quelen*) meat submitted to the hot smoking process. 30 jundiás were used, separated into two categories: A: whole fish

guttated with skin B: whole fish gutted without skin, with an average weight of $401.68 \pm 10.10\text{g}$ and total length of $31.7 \pm 2.7\text{cm}$, for samples of fresh fish eviscerated in natura, 10 were removed for bromatological analysis; They were subjected to the brining process 20% (2:1) /60min and afterwards the smoking was carried out in the heat. Proximate bromatological analyzes were performed to determine the protein and lipids content of fish eviscerated with smoked skin (A) and without skin (B) compared to fresh fish. Protein was significantly higher ($P < 0.05$) in smoked fish 23.49% and 23.05% (respectively for category A and B) compared to fresh fish. For lipids, category A fish had a significantly higher value ($P < 0.05$) (9.87%) than fresh fish (6.35%). The results demonstrate that the removal of the skin did not influence the protein concentration. However, for lipids, although not significantly different from category A, fish in category B had about 17% less lipids. Therefore, the hot smoking of jundiá, promotes meat with higher nutritional levels than fresh fish.

KEYWORDS: Centesimal Composition; Smoking; Native species; Processed.

INTRODUÇÃO

A busca por uma alimentação saudável e menos calórica tem contribuído para o aumento do consumo de peixes (EVANGELISTA-BARRETO et al., 2017), pois o pescado é uma importante fonte de alimento, por ser rico em nutrientes como alto teor de proteína, lipídios e baixo teor de colesterol, considerado um alimento funcional, por reduzir os riscos de doenças coronarianas (FERREIRA et al., 2014).

O jundiá (*Rhamdia quelen*) é uma espécie nativa, da Ordem Siluriforme, Família *Heptapteridae* (BOCKMANN & GUAZZELLI, 2003; VEIT et al., 2013) de hábito alimentar onívoro, encontrado desde do sul do México até a Argentina, apresentando uma carne de sabor agradável e bem aceita pelos consumidores (LAZZARI et al., 2006; GONÇALVES & CEZARINI 2008), como também características zootécnicas como: resistência ao estresse, possibilidade de reprodução em cativeiro, crescimento rápido, faz deste peixe um bom candidato para a produção na aquicultura (FRACALOSSO et al., 2002; SALHI et al., 2004), destacando interesse comercial e sua produção no ano 2000 foi de aproximadamente 1,4% da produção total de pescados na aquicultura brasileira, destacando na região sul do Brasil (BOMBARDELLI et al., 2006).

No Brasil segundo Gonçalves & Cezarini (2008) e Ferreira et al., (2002), o pescado de água doce é comercializado predominantemente *in natura*, fresco, eviscerado e muito pouco na forma de filé ou industrializado. No entanto, outros processos devem ser propostos, como a defumação, que ao conferir características específicas ao produto, pode agregar valor e qualidade (MOODY & FLICK, 1990; CASTILLO CAMPOS, 2001; SOUZA et al., 2005). Entretanto, com o aumento da produção de pescados, o setor de beneficiamento pesqueiro passou a investir em técnicas de refinamento e praticidade de preparo e técnicas de conservação, a fim de melhorar o aproveitamento do pescado, como também estimular o consumo (EVANGELISTA-BARRETO, et al., 2017).

Nesse cenário, a prática de defumação apesar de ser uma antiga técnica de conservação da carne (OGAWA & MAIA, 1999; MINOZZO & BOSCOLO, 2007), atende a essa demanda para a qualidade do produto final, uma vez que a fumaça tem ação antioxidante e bacteriostática, que garante mudanças organolépticas positivas ao pescado beneficiado (CHAGAS et al., 2016), tem sido utilizada atualmente como um artifício para melhorar a qualidade dos pescados e agregando valor ao pescado, devido ao produto considerado nobre como também sua vida de prateleira (SOUZA et al., 2004).

São necessárias para isso, averiguações quanto à adequação do processo em relação à matéria-prima e à qualidade do produto final para o mercado (Gonçalves & Cezarini 2008; SOUZA et al., 2005).

Assim, informações sobre o processamento de pescado de espécies com potencial para piscicultura são necessários, pois dão subsídios à indústria de beneficiamento do pescado, desta forma, sendo fundamental para proporcionar informações técnicas que sirvam de base para sua utilização comercial (GOES et al., 2015), oferecendo viabilidade econômica e sua cadeia produtiva (EMERENCIANO et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da presença da pele sobre a composição centesimal da carne de jundiá (*R. quelen*) adultos submetido ao processo de defumação à quente.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 30 jundiás, cultivados em tanque de PVC em uma propriedade de Jandaia do Sul- PR. Os animais foram capturados totalmente ao acaso, posteriormente eutanasiados e transportados ao laboratório, onde foram pesados, eviscerados, lavados em água clorada corrente para retirada do muco superficial e impurezas.

Os peixes foram separados em duas categorias: A: peixes inteiro eviscerado com pele B: peixes inteiros eviscerados sem pele, com peso médio de $401,68 \pm 10,10$ g e comprimento total de $31,7 \pm 2,7$ cm, para amostras de peixes inteiros eviscerados *in natura* foram retirados 10 para análise bromatológica. O restante das amostras foi submetido ao processo de salga úmida, em um recipiente plástico contendo uma solução de 20% de NaCl por 60 minutos. Após este período os peixes foram lavados em água corrente para eliminar o excesso de sal. Posteriormente, foram pendurados em uma estrutura metálica para pré-secagem natural (por gravidade) durante 30min e então levados ao defumador onde permaneceu em contato com a fumaça por um período de 6 horas a temperatura de 70°C, portanto o processo de defumação foi a quente (OGAWA & MAIA, 1999).

A figura 1 ilustra o processo de defumação à quente usado empregando um defumador industrial; o material comburente utilizado foi madeira, na forma de caibro

ou bloco, produzindo a fumaça.

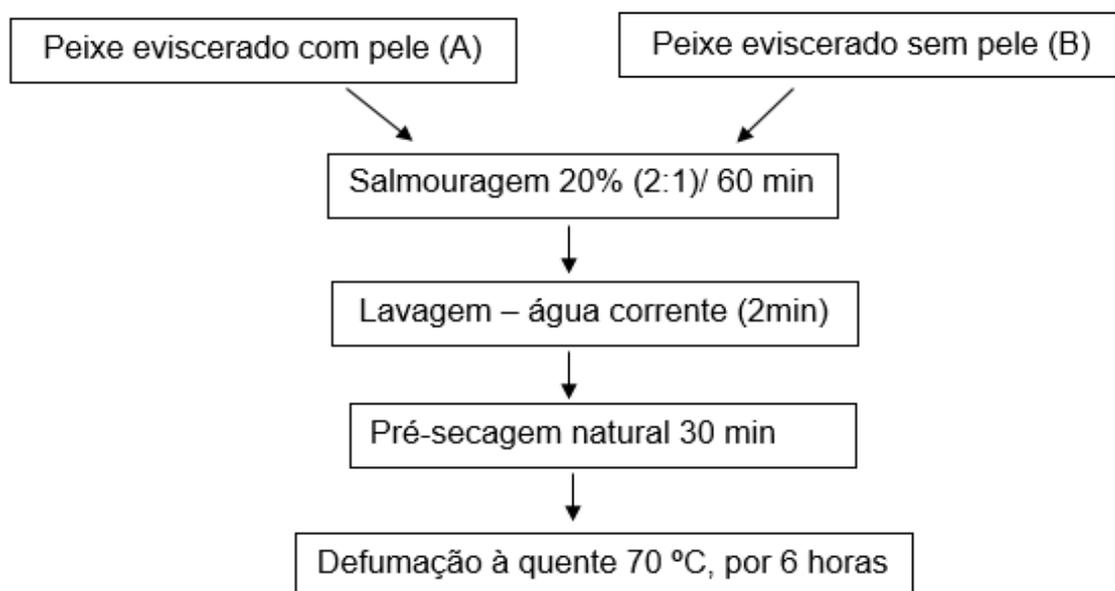


Figura 1: Fluxograma do processo de defumação à quente utilizado.

Depois de defumados, os peixes foram novamente pesados, tiveram sua carne retirada manualmente e novamente pesada. A carne obtida dos peixes processados, bem como dos não processados foi submetida a análises.

As análises foram realizadas de acordo com as normas analíticas da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC (2000). Foram realizadas as determinações de proteína e lipídios da matéria prima *in natura* e dos peixes defumados.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e em caso de diferenças estatísticas foi aplicado o teste de Tukey a 5% ($P < 0,05$) utilizando-se o programa STATISTICA 7.0.

RESULTADO E DISCUSSÃO

A proteína foi significativamente superior ($P < 0,05$) nos peixes defumados (respectivamente para categoria A e B) comparados ao *in natura*, para lipídeos, os peixes da categoria A apresentaram um valor significativamente ($P < 0,05$) superior aos *in natura*, com os peixes da categoria B apresentando um valor intermediário, apresentados na tabela 1.

Parâmetros (%)	Categoria A	Categoria B	<i>In natura</i>
Proteína	23,49a	23,05a	18,24b
Lipídeos	9,87a	8,19a	6,35b

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão da composição bromatológica centesimal para categoria A (peixes eviscerados com pele), categoria B (peixes eviscerados sem pele) e *in natura* do jundiá.

O acréscimo de proteína e lipídios, observados nos filés defumados em relação ao *in natura* (tabela 1), é decorrente da desidratação muscular ocorrida, em função da defumação, de acordo com Gonçalves & Prentice-Hernández (1998); Sigurgisladottir et al. (2000) e Souza et al., (2005).

Os resultados dos produtos defumados apresentou valores inferiores para o teor de proteína 28,91% ao encontrado por Gonçalves & Cezarini (2008), entretanto os valores para o teor de lipídeos foram superiores 2,71% ao encontrado por Gonçalves & Cezarini (2008) para o jundiá (*R. quelen*).

Foram relatados por Oliveira et al., (2008) valores encontrados próximos da média de proteína obtido no presente trabalho, para filés tilápia do Nilo que foi de 20,30%. Entretanto, também obtiveram um valor de proteína 25,65% que foi superior ao relatos (SOUZA et al., 2004).

Em relação a composição centesimal de proteína, do presente trabalho foi um pouco inferior ao apresentado por Calixto et al., (2019) para o Bijupirá (*Rachycentron canadum*) teor de 25, 19%.

Para os valores de lipídeos os obtido no presente trabalho foram superiores ao encontrado para filés tilápia do Nilo por Oliveira et al., (2008). Em relação a composição centesimal de lipídeos, do presente trabalho foi superior ao apresentado por Calixto et al., (2019) para Bijupirá (*Rachycentron canadum*), teor de 4,26%.

É possível que esses resultados obtidos sejam decorrentes à variação de gordura entre os peixes, como também há uma relação dos teores de lipídeos, que são influenciados pela época do ano, idade, sexo e estado nutricional dos peixes de acordo com Schmidt (2004) e Feiden et al., (2009).

CONCLUSÃO

A defumação promove o aumento da concentração de proteína e gordura, causada em função da perda de água que ocorre durante o processo, o que faz com que haja um aumento da concentração destes nutrientes em comparação à carne do peixe *in natura*. A retirada da pele não influenciou na concentração da proteína. Entretanto, para a lipídeos apesar de não ser significativamente distinto da categoria A, os peixes da categoria B apresentaram cerca de 17% menos lipídeos. Portanto a defumação a quente do jundiá, promove uma carne com níveis nutricionais superiores em relação a do peixe *in natura*.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. HORWITZ, W. (Ed.). **Official methods of analysis of official analytical chemists**. 17. ed. Arlington: Inc., V1 e V2, 2000.

BOMBARDELLI, R. A.; MÖRSCHBÄCHER, E. F.; CAMPAGNOLO, R.; SANCHES, E. A.; SYPPERCK, M. A. **Dose inseminante para fertilização artificial de ovócitos de jundiá cinza, *Rhamdia quelen* (Quoy e Gaimard, 1824)**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 35, n. 4, p. 1251-1257, 2006.

CASLIXTO, F. A. A.; DIAS, G. E. A.; SCHMALZ, K. R. P.; SILVA, L. E.; KAJISHIMA, S.; FRANCO, R. M.; LATINI, J. T. P.; MESQUITA, E. F. M. **Efeito do processamento de defumação na qualidade de Bijupirá (*Rachycentron canadum*): atributos bacteriológicos, químicos, e sensoriais**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 71, n. 2, p. 687-695, 2019.

CASTILLO CAMPO, L. F. **Situación del comercio de tilápia: en el año 2000**. Panorama Acuícola, v. 6, n. 3, p. 24-27, 2001.

CHAGAS, A. M.; MENEZES-NETA, I. S. & OLIVEIRA-FILHO, P. R. C. **Rendimento, umidade e aceitação sensorial do carapicu (*Eucinostomus melanopterus* Bleeker, 1863) submetidos a diferentes métodos de defumação**. Acta of Fisheries and Aquatic Resources., v. 4, n. 2, p. 110-116, 2016.

EMERENCIANO, M. G. C., SOUZA, M. L. R. & FRANCO, N. P. **Defumação de ostras *Crassostrea gigas*: a quente e com fumaça líquida**. Ciência Animal Brasileira, v. 8, n. 2, p. 235-240, 2007.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S., DAMACENA, S. S., CARDOSO, L. G., MARQUES, V. F. & SILVA, I. P. **Condições higiênicas sanitárias e grau de frescor do pescado comercializado no mercado de peixes em Cachoeira, Bahia**. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 11, n. 1, p. 60- 74, 2017.

FEIDEN, A.; MASSAGO, T.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. A.; ZORZO, A. L.; WEIRICH, C. E. **Rendimento e análise bromatológica do lambari do rabo vermelho *Astyanax sp F* (Pisces: characidae) submetido ao processo de defumação**. Semina: Ciências Agrárias, v. 30, n. 4, p. 859-866, 2009.

FERREIRA, E.M.; LOPES, I.S.; PEREIRA, D.M.; RODRIGUES, L.C.; COSTA, F.N. **Qualidade microbiológica do peixe serra (*Scomberomerus brasiliensis*) e do gelo utilizado na sua conservação**. Arquivos do Instituto Biológico, v. 81, n. 1, p. 49-54, 2014.

FRACALOSSO, D. M.; ZANIBONI FILHO, E.; MEURER, S. **No rastro das espécies nativas**. Panorama da Aqüicultura, v. 12, n. 77, p. 43-49, 2002.

GOES, E. S. R.; FEIDEN, A.; NEU, D. H.; GOES, M. D.; BOSCOLO, W. R.; SIGNOR, A. **Rendimentos do processamento e composição centesimal de filés do jundiá *Rhamdia voulezi***. Ciência Animal Brasileira, v. 16, n. 4, p. 481- 490, 2015.

GONÇALVES, A. A.; CEZARINI, R. **Agregando valor ao pescado de água doce: Defumação de filés de Jundiá (*Rhamdia quelen*)**. Revista Brasileira de Engenharia de Pesca, v.3, n. 2, p. 63-79, 2008.

GONÇALVES, A. A.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. **Defumação líquida de anchova (*Pomatomus saltatrix*): Efeito do processamento nas propriedades químicas e microbiológicas**. Ciências Tecnologia Alimentos, v. 18, n. 4, p. 438-443, 1998.

LAZZARI, R.; NETO, J. R.; EMANUELLI, T.; PEDRON, F. A.; COSTA, M. L.; LOSEKANN, M. E.; CORREIA, V.; BOCHI, V. C. **Diferentes fontes protéicas para a alimentação do jundiá (*Rhamdia quelen*)**. Ciência Rural, v. 36, n. 1, p. 240-246, 2006.

MINOZZO, M.G. & BOSCOLO, W.R. **Salga e defumação de tilápias**. IN: BOSCOLO, W. R.; FEIDEN, A. Industrialização de tilápias. Toledo: GFM Gráfica & Editora, 2007.

MOODY, M.W.; FLICK, G. J. **Smoked, cured, and dried fish**. In: MARTIN, R. E.; FLICK, G. J. (Ed.). **The sea food industry**. New York: Van Nostrand Reinhold, cap. 22, p. 381-406, 1990.

OGAWA, M.; MAIA, E. L. **Manual de pesca – ciência de tecnologia do pescado**. São Paulo: Varela, 1999.

OLIVEIRA, N. M. S.; OLIVEIRA, W. R. M.; NASCIMENTO, L. C.; SILVA, J. M. S. F.; VICENTE, E.; FIORINI, J. E.; BRESSAN, M. C. **Avaliação físico-química de filés de tilápia (*Oreochromis niloticus*) submetidos à sanitização**. Ciências Tecnologia Alimentos, v. 28, n. 1, p. 83- 89, 2008.

SALHI, M.; BESSONART, M.; BALLAGAMBA, M; CARNEVIA, D. **Growth, feed utilization and body composition of black catfish, *Rhamdia quelen*, fry fed diets containing different protein and energy levels**. Aquaculture, v. 231, p. 435-444, 2004.

SCHMIDT, E. C. **Avaliação de filés de tilápias com e sem off-flavor submetidos ao processo de defumação**. 2004. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Pesca) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2004.

SIGURGISLADOTTIR, S.; SIGURDARDOTTIR, M. S.; TORRISSEN, O.; VALLET, J. C.; HAFSTEINSSON, H. **Effects of different salting and smoking processes on the microstructure, the texture and yield of Atlantic salmon (*Salmo salar*) fillets**. Food Research International, n. 33, p. 847-855, 2000.

SOUZA, M. L. R.; BACCARIN, A. E.; VIEGAS, E. M. M.; KRONKA, S. N. **Defumação da Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) inteira eviscerada e filé: Aspectos referentes às características organolépticas, composição centesimal e perdas ocorridas no processamento**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 1, p. 27-36, 2004.

SOUZA, M. L. R.; VIEGAS, E. M. M.; SOBRAL, P. J. A.; KRONKA, S. N. **Efeito do peso da tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*) sobre o rendimento e a qualidade de seus filés defumados, com e sem pele**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n. 1, p. 51-59, 2005.

VEIT, J. C.; SIGNOR, A. A.; REIS, E. S.; FREIDEN, A.; MOORE, O. Q.; BOSCOLO, W. R. **Análise sensorial de filés fritos ou defumados de jundiás submetidos à alimentação com certificação orgânica ou comercial**. Varia Scientia Agrárias, v.3, n. 1, p.151- 160, 2013.

CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DOS COMPOSTOS FENÓLICOS PRESENTES EM CERUME, PRÓPOLIS E PÓLEN DE ABELHAS SEM FERRÃO PRODUZIDOS EM NOVA TIMBOTEUA, NO ESTADO DO PARÁ

Data de aceite: 27/02/2020

Iuri Ferreira da Costa

UEPA – Universidade do Estado do Pará, DETA –
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Belém – PA

Maricely Janette Uría Toro

UEPA – Universidade do Estado do Pará, DETA –
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Belém – PA

RESUMO: Por definição, o pólen apícola é o resultado da aglutinação dos pólenes das flores com o néctar das flores colhidos pelas abelhas; já o cerume é mistura de resinas e ceras de árvores colhidas próximos as colmeias. A própolis é produzido pelas abelhas para revestimento de sua colmeia, apresenta atividades antibacteriana, antifúngica, antiviral, antioxidante e antitumoral. O objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade antioxidante dos compostos fenólicos do pólen, cerume e própolis produzidos por abelhas sem ferrão da cidade de Nova Timboteua, na região nordeste do Pará. As foram amostras foram trazidas da cidade de Nova Timboteua – PA e foram trazidas para laboratório de química da UEPA - CCNT, na cidade de Belém. As análises realizadas foram de Compostos Fenólicos Totais e atividade antioxidante por

ABTS. O cerume obteve 4551,42 mg/100g de compostos fenólicos e capacidade antioxidante de 132,05 μ M de Trolox/g. A própolis teve valores de 9889,61 mg/100g e 214,72 \pm 21,29, de fenólicos e antioxidante respectivamente. O pólen obteve valores de 1221 mg/100g de compostos fenólicos totais e 40 μ M de Trolox/g de capacidade antioxidante. Os resultados mostraram que as amostra de cerume, própolis e pólen apresentaram alto potencial antioxidante e trabalhos futuros poderão ser feitos para comprovar a funcionalidade destes produtos.

PALAVRAS-CHAVE: pólen, cera, própolis

ABSTRACT: By definition, bee pollen is the result of the agglutination of flower pollens with the nectar of flowers collected by bees; cerumen is a mixture of resins and waxes from trees harvested close to the hives. Propolis is produced by bees to coat their hive, has antibacterial, antifungal, antiviral, antioxidant and antitumor activities. The objective of the work was to evaluate the antioxidant capacity of the phenolic compounds of pollen, cerumen and propolis produced by stingless bees from the city of Nova Timboteua, in the northeast of Pará. The samples were brought from the city of Nova Timboteua - PA and were brought for chemistry laboratory at UEPA - CCNT, in the city of Belém. The analyzes performed were of Total Phenolic Compounds and antioxidant activity by ABTS.

The cerumen obtained 4551.42 mg / 100g of phenolic compounds and antioxidant capacity of 132.05 μ M of Trolox / g. Propolis had values of 9889.61 mg / 100g and 214.72 \pm 21.29, of phenolics and antioxidants respectively. The pollen obtained values of 1221 mg / 100g of total phenolic compounds and 40 μ M of Trolox / g of antioxidant capacity. The results showed that the cerumen, propolis and pollen samples showed high antioxidant potential and future work can be done to prove the functionality of these products.

KEYWORDS: pollen, wax, propolis

1 | INTRODUÇÃO

A apicultura é uma das atividades capazes de causar impactos positivos, tanto sociais quanto econômicos, além, de contribuir para manutenção e preservação dos ecossistemas existentes. A cadeia produtiva da apicultura propicia a geração de inúmeros postos de trabalho, empregos e fluxo de renda, principalmente no ambiente da agricultura familiar. Pode ter como objetivo, por exemplo, a produção de mel, própolis, geleia real, pólen, cera de abelha e veneno, ou mesmo fazer paisagismo (BRASIL, 2004).

No Estado do Pará, a região Nordeste, principalmente, mostra-se atrativa para o desenvolvimento da atividade apícola pelas seguintes características: a) vantagens locais superando as desvantagens e demanda superior à oferta local e regional; b) arranjo produtivo local (APL) especializado na produção de mel orgânico, com incipiente integração vertical e horizontal com fornecedores e clientes; c) potencial para ocupar mão-de-obra e redistribuir renda, diversificar a produção e com plena sustentabilidade ambiental (FANEP; MDA; SDT, 2006). Guedes (2005) relata que o Território do Nordeste Paraense apresenta o maior potencial do Estado, com cerca de 80% da produção estadual.

Segundo a instrução Normativa nº 03 de 19 de Janeiro de 2001, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (BRASIL, 2001), define-se pólen apícola como o resultado da aglutinação do pólen das flores, efetuada pelas abelhas operárias, mediante néctar e suas substâncias salivares, o qual é recolhido no ingresso da colmeia.

O cerume é o resultado da mistura da cera pura e branca com resinas vegetais coletadas pelas abelhas de árvores e arbustos. A cor desse material pode variar de amarelo claro a uma cor bem escura. Essa variação depende da quantidade de resina (própolis) misturada à cera ainda pura (Nogueira-Neto, 1997).

A própolis é uma mistura complexa, formada por material resinoso e balsâmico coletado pelas abelhas dos ramos, flores, pólen, brotos e exsudados de árvores; além desses, na colmeia, estes insetos adicionam secreções salivares e enzimas (Franco e cols., 2000; Pereira e cols., 2002). As abelhas de fato usam a própolis para protegê-las contra insetos e micro-organismos, no reparo de frestas ou danos à colmeia,

na assepsia de locais para postura da abelha rainha e na mumificação de insetos invasores (Marcucci, 1996).

Antioxidante pode ser definido como qualquer substância que atrase, previna ou remova o dano oxidativo a uma molécula alvo (Halliwell e Gutteridge, 2007). Tem havido um aumento da pesquisa sobre as propriedades antioxidantes de produtos naturais, devido à função dos antioxidantes na inibição dos radicais livres resultantes do metabolismo celular. Desta forma, a atividade antioxidante é uma das funções fisiológicas mais importantes nos alimentos, devido à sua proteção aos danos oxidativos nos organismos vivos, que resultam na prevenção de várias doenças, como câncer, doenças cardiovasculares e diabetes (Inoue et al., 2005; Nagai et al., 2001; Bertonecelj et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade antioxidante dos compostos fenólicos de amostras de cerume, própolis e pólen produzidos por abelhas meliponíneas (sem ferrão) da cidade de Nova Timboteua – PA.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de cerume, própolis e pólen foram coletadas, armazenadas e trazidas da cidade de Nova Timboteua para o laboratório de Química da UEPA – CCNT, em Belém – Pa. As análises realizadas foram de compostos fenólicos totais por Singleton et al. (1999) e capacidade antioxidante por ABTS (Embrapa, 2007). Os extratos etanólicos das amostras usados nas análises seguiram a metodologia de Park et al. (1998).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, a tabela com os compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cerume, geoprópolis e pólen de abelha sem ferrão, da cidade de Nova Timboteua – Pa.

Amostras	Compostos Fenólicos Totais mg/100g	ABTS em μM de trolox/g
Cerume	4551,42 \pm 21,57	132,05 \pm 6,6
Própolis	9889,61 \pm 13,86	214,72 \pm 21,29
Pólen	1221,30 \pm 8,55	40,19 \pm 0,64

Tabela 1 – Compostos e Fenólicos e Capacidade Antioxidante em Cerume, própolis e pólen de abelha sem ferrão, da cidade de Nova Timboteua – Pa.

O cerume obteve 4551,42 mg/100g de compostos fenólicos totais e em relação a capacidade antioxidante, tendo valor de 132,05 μM de Trolox/g. Em relação a amostra de própolis, o valor foi de 9889,61 mg/100g de compostos fenólicos, parecido

com os valores encontrados por Araújo et al. (2016) em amostras do Tocantins (6200 a 15000 mg/100g) e muito superior aos encontrados por Barbosa et al. 2016), tendo valores de 639 a 4089 mg/100g, em amostras de própolis de Roraima.

A capacidade antioxidante foi de 214,72 μM de Trolox/g, superiores aos encontrados por Hipólito (2013), tendo valores de 107 a 166 μM de Trolox/g, em amostras de própolis de Minas Gerais.

Os compostos fenólicos do pólen foram 1221,3 mg/100g, parecidos aos que foram encontrados por Vasconcelos (2009), tendo valores de 585 a 4600 mg/100g em amostras de pólen do estado de Alagoas.

Em relação a capacidade antioxidante do pólen, o valor encontrado foi de 40 μM de Trolox/g, superiores aos encontrados por Pérez-Pérez (2012), tendo valores de 0,94 a 1,84 μM de Trolox/g em extratos etanólicos de amostras de pólen da Venezuela.

4 | CONCLUSÃO

As amostras analisadas de cerume, própolis e pólen obtiveram ótimos resultados para compostos fenólicos e atividade antioxidante, dando destaque para a amostra de própolis, que obteve valores parecidos e até mais altos ao comparados na literatura. Estes resultados visam contribuir para que os próximos trabalhos possam comprovar a funcionalidade destes produtos apícolas.

5 | AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a UEPA – Universidade do Estado do Pará, pela estrutura oferecida, especialmente ao laboratório de Química da UEPA – CCNT, campus V e a FAPESPA.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, K. S. S et al. **Propriedades Físico-Químicas e Capacidade Antioxidante de Própolis de Abelhas sem Ferrão (Meliponinae) e Apis de duas Regiões do Tocantins, Brasil.** ACTA Amazonica, v.46 (1), p. 61-68, 2016.

BARBOSA, S. R. M. et al. **Teor de Fenólicos e Atividade Antioxidante de Própolis em Áreas de Floresta e Savana de Roraima.** Revista de Ciência e Tecnologia, v. 2, n.3, 2016.

BERTONCELJ, J, J.; DOBERŠEK, U.; JAMNIK, M.; GOLOB, T. **Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey.** Food Chemistry, n.2, p.822-828, 2007.

BRASIL. Instrução Normativa n. 3, de 19 de janeiro de 2001. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Apitoxina, Cera de Abelha, Geleia Real, Geleia Real Liofilizada, Pólen Apícola, Própolis e Extrato de Própolis.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Seção 16-1, p. 18-23, Brasília, DF, 23 de janeiro 2001.

BRASIL. Mel 3. **Mel Brasileiro**. Ribeirão Preto SP. 2004.

BONVEHÍ, J. S., TORRENTÓ, M. S., LORENTE, E. C. **Evaluation of polyphenolic and flavonoid compounds in honeybee-collected pollen produced in Spain**. Journal Agricultural of Food Chemistry, v. 49, p. 1848-1853, 2001.

EMBRAPA. Metodologia Científica: **Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical ABTS*+**. Comunicado Técnico on-line, Fortaleza, 4p., 2007.

FEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES DOS APICULTORES DO ESTADO DO PARÁ. **O panorama da apicultura paraense**. In: **ENCONTRO ESTADUAL DE APICULTORES DO ESTADO DO PARÁ, 2006**, Castanhal. Anais... Castanhal: FAPIC, 2006. Ciclo de Palestras, v.1, CD-Rom.

FRANCO, S. L., BRUSCH, M. L., MOURA, L. P. P. E BUENO, J. H. P. **Avaliação Farmacognóstica da própolis da região de Maringá**. Revista Brasileira Farmacognosia, 9: 1-10. 2000.

GUEDES, S. **Decreto beneficia atividade apícola paraense: a atividade é uma das que mais cresce no Estado e o investimento também vem crescendo**. [S.l]: Notícia SEBRAE. ASN - Agência Sebrae de Notícias. Brasília – DF, 2005.

HALLIWELL B., GUTTERIDGE, J. M. C. **Free Radicals in Biology and Medicine**. 4th ed. Clarendon, Oxford. 2007.

HIPÓLITO, T. M. M. **Própolis de Abelha Nativa sem Ferrão da Espécie Frieseomelitta Varia: Determinação da Composição Química e Atividades Biológicas**. Dissertação de Mestrado (Ciências Farmacêuticas) Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL, Minas Gerais, 2013.

INOUE, K., MURAYAMA, S., SESHIMO, F., TAKEBA, K., YOSHIMURA, Y. & NAKAZAWA, H. **Identification of Phenolic Compound in Manuka Honey Using Esr and Liquid Chromatography with Coulometric Array Detection**. J. Sci. Food. Agric., 858, 72–87. 2005.

MARCUCCI, M. C. **Propriedades biológicas e terapêuticas dos constituintes químicos da própolis**. Química Nova. 19, 5. 1996.

NAGAI, T., SAKAIA, M., INOUEC, R., INOUEC, H. & SUZUKIA, N. **Antioxidative Activities of Honeys, Royal Jelly and Propolis**. Food Chemistry, 75, 237-240. 2001.

PARK, Y. K.; HIKEGAKI, M.; ABREU, J. A. S.; ALCICI, N. M. F. **Estudo da preparação dos extratos de própolis e suas aplicações**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 18, n. 3, p. 313-318, 1998.

PEREIRA, A. S., SEIXAS, F. R. M. S. E NETO, R. A. **Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras**. Química Nova, Vol. 25, No. 2, 321-326. 2002

SINGLETON V. L.; ORTOFHER, R.; LAMUELA, R.M. **Analysis of Total Phenols and other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin - Ciocalteu Reagent**. Meth Enzymology, 299:152-78. 1999.

VASCONCELOS, M. R. S. **Pólen Apícola do Estado de Alagoas: Composição Físico-Química, Origem Botânica e Atividade Antioxidante**. Dissertação de Mestrado (Nutrição). Universidade Federal do Alagoas – UFAL. Alagoas, 2009.

SOBRE O ORGANIZADOR

Flávio Ferreira Silva: Possui graduação em Nutrição pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2016) com pós-graduação em andamento em Pesquisa e Docência para Área da Saúde e também em Nutrição Esportiva. Obteve seu mestrado em Biologia de Vertebrados com ênfase em suplementação de pescados, na área de concentração de zoologia de ambientes impactados, também pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (2019). Possui dois prêmios nacionais em nutrição e estética e é autor e organizador de livros e capítulos de livros. Atuou como pesquisador bolsista de desenvolvimento tecnológico industrial na empresa Minasfungi do Brasil, pesquisador bolsista de iniciação científica PROBIC e pesquisador bolsista pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) com publicação relevante em periódico internacional. É palestrante e participou do grupo de pesquisa “Bioquímica de compostos bioativos de alimentos funcionais”. Atualmente é professor tutor na instituição de ensino BriEAD Cursos, no curso de aperfeiçoamento profissional em nutrição esportiva e nutricionista no consultório particular Flávio Brah. E-mail: flaviobrah@gmail.com ou nutricionista@flaviobrah.com

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alfarroba 99, 100, 101, 102, 105, 107, 108, 109

B

Barra 29, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38

Bezerras 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86

Biodegradáveis 99, 100, 101

Biotiva 89

C

Cabra 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 58

Cereais 20, 30, 36, 38, 39, 50, 51, 52, 53

Comestível 18, 89, 97

Compostos 3, 9, 41, 70, 75, 90, 92, 97, 99, 101, 103, 105, 106, 107, 109, 123, 124, 125, 126, 128, 150, 152, 153, 155

Congelados 14, 16, 18, 19, 27, 28

D

Desmame 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 88

Detecção 89, 92, 94, 111, 113, 120, 121, 122, 140

Doce 21, 22, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 143, 144, 148

E

Elaboração 16, 29, 38, 40, 42, 57, 59, 102, 125

Estratégia 52, 78, 79, 86

F

Fabricação 17, 20, 26, 27, 33, 47, 68, 76, 99, 101, 106

Farinhas 50, 51, 52, 53, 54, 73, 76

Fermentação 2, 3, 4, 7, 8, 9, 16, 17, 58, 59, 63, 64, 65, 74, 75

Flor 89, 91, 92, 95, 96, 97

Frutas 3, 58, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 90, 154

H

Hematológica 78, 80, 85

K

Kefir 12, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69

Kombucha 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13

L

Leite 8, 12, 16, 29, 31, 32, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 58, 59, 61, 63, 65, 68, 80, 90, 94, 97, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 125, 139, 140
Light 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48

M

Medicamentos 111, 113, 114, 115, 117, 118, 121
Mel do cacau 2, 3, 11
Microencapsulação 123, 124, 125, 126, 130
Milk 30, 41, 68, 69, 111, 112, 121, 122, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141
Mistas 50

N

Nelore 78, 79, 80, 81, 84, 85, 88

P

Penicillin 111, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139
Petit suisse 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68
Propriedade 81, 89, 90, 94, 97, 99, 101, 104, 107, 108, 145
Proteica 29, 31, 32, 35, 36, 38, 106, 108

R

Resíduos 52, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 82, 100, 111, 113, 114, 120, 121, 122, 140
Revisão 69, 70, 71, 72, 97, 98, 124, 130

S

Sandúches 14, 16, 18, 20, 21, 22
Soja 16, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 39, 42, 59, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 107, 108, 109
Spectroscopy 13, 102, 111, 121, 122, 131, 132, 133, 139, 140
Spray drying 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130

U

Utilização 3, 42, 50, 58, 60, 70, 71, 72, 75, 76, 91, 127, 145

V

Veganos 14, 15, 16, 18, 21, 26
Vegetal 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 35, 37, 96, 98
Viscosidade 50, 51, 53, 54, 55, 56, 126

 **Atena**
Editora

2 0 2 0