



Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Avanços e Desafios da Nutrição 4

Vanessa Bordin Viera
Natiéli Piovesan
(Organizadoras)

Avanços e Desafios da Nutrição 4

Atena Editora
2019

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

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

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

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

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

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.ª Dr.ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
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. Abrão Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará

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

APRESENTAÇÃO

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

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

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

Natiéli Piovesan e Vanessa Bordin Viera

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 1

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

Rufino Fernando Flores Cantillano

Jardel Araujo Ribeiro

Mauricio Seifert

Carla Ferreira Silveira

Daiane Nogueira

Leonardo Nora

DOI 10.22533/at.ed.4391924051

CAPÍTULO 2 17

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

Christian Alley de Aragão Almeida

Lucas Almeida Leite Costa Lima

Patrícia Beltrão Lessa Constant

Maria Terezinha Santos Leite Neta

Narendra Narain

DOI 10.22533/at.ed.4391924052

CAPÍTULO 3 32

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

Wenderson Gomes Dos Santos

Ana Flávia Amâncio de Oliveira

Carolina Lima dos Santos

Jaqueleine Araújo Cavalcante

Jocélia Pinheiro Santos

Larissa Fernanda Rodrigues

Lucas Martins Girão

Rachel de Melo Verçosa

Talissa Luzia Vieira da Silva

Victor Nogueira Galvão

DOI 10.22533/at.ed.4391924053

CAPÍTULO 4 38

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

Silvana Maria Michelin Bertagnolli

Aline de Oliveira Fogaça

Luana da Silva Portella

DOI 10.22533/at.ed.4391924054

CAPÍTULO 5 **49**

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4391924055

CAPÍTULO 6 **55**

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4391924056

CAPÍTULO 7 **66**

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

Glaciela Cristina Rodrigues da Silva Scherer
Fernanda Hart Weber
Josiane Pasini

DOI 10.22533/at.ed.4391924057

CAPÍTULO 8 **75**

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

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

DOI 10.22533/at.ed.4391924058

CAPÍTULO 9 **87**

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

Bruna Poletti
Maitê de Moraes Vieira
Daniela Maia

DOI 10.22533/at.ed.4391924059

CAPÍTULO 10 94**FATORES ANTINUTRICIONAIS EM GRÃOS DE QUINOA**

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240510

CAPÍTULO 11 107**IDENTIFICAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO, QUANTIFICAÇÃO E TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE ARROZ LOCALIZADA EM BARREIRAS - BA**

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240511

CAPÍTULO 12 116**INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE SECAGEM DE UMBU (*Spondias tuberosa*) EM CAMADA DE ESPUMA**

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240512

CAPÍTULO 13 126**INSETOS COMESTÍVEIS: PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR**

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240513

CAPÍTULO 14 134**KEFIR INTEGRAL ADOÇADO COM ADIÇÃO DE GELEIA DE MORANGO E AVEIA EM FLOCOS**

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240514

CAPÍTULO 15 143

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240515

CAPÍTULO 16 149

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240516

CAPÍTULO 17 161

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240517

CAPÍTULO 18 172

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240518

CAPÍTULO 19 184

PLANT-BASED ANTIMICROBIAL PACKAGING

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240519

CAPÍTULO 20 192

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240520

CAPÍTULO 21 199

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE AVEIA PRODUZIDA EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240521

CAPÍTULO 22 204

PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO FOTO-FENTON PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240522

CAPÍTULO 23 213

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

Daniele Custódio Gonçalves das Neves
Kátia Cilene Tabai

DOI 10.22533/at.ed.43919240523

CAPÍTULO 24 223

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS NO ÂMBITO ESCOLAR

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240524

CAPÍTULO 25 239

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240525

CAPÍTULO 26 246

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS DE *Spirulina*

Cíntia Guarienti

Letícia Eduarda Bender

Telma Elita Bertolin

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

DOI 10.22533/at.ed.43919240526

CAPÍTULO 27 255

PROMOÇÃO DA SAÚDE NA ESCOLA: DESCOBRINDO OS ALIMENTOS

Ana Paula Daniel

Priscilla Cardoso Martins Nunes

Jackson Rodrigo Flores da Silva

Andréia Cirolini

Leonardo Germano Krüger

Vanessa Pires da Rosa

DOI 10.22533/at.ed.43919240527

CAPÍTULO 28 262

QUALIDADE DE ALBÚMEN DE OVOS DE POEDEIRAS COM IDADE DE POSTURA AVANÇADA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO

Bruna Poletti

Maitê de Moraes Vieira

Daniela Maia

DOI 10.22533/at.ed.43919240528

CAPÍTULO 29 269

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: BAGAÇO DE MALTE EXTRUSADO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Tatielly de Jesus Costa

Magda Maria Oliveira Inô

Vanessa Regina Kunz

Frederick Coutinho de Barros

DOI 10.22533/at.ed.43919240529

CAPÍTULO 30 279

RESISTÊNCIA AO TRATO GASTROINTESTINAL DE MICROCÁPSULAS PROBIÓTICAS OBTIDAS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA ASSOCIADA À RETICULAÇÃO ENZIMÁTICA

Thaiane Marques da Silva

Vandrê Sonza Pinto

Carlos Raimundo Ferreira Grosso

Cristiane de Bona da Silva

Cristiano Ragagnin de Menezes

DOI 10.22533/at.ed.43919240530

CAPÍTULO 31 287

SEGURANÇA ALIMENTAR E ESCOLHAS ALIMENTARES DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS PELO PROGRAMA BOLSA FAMÍLIA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL-RS

Janaína Cristina da Silva

Juliana Rombaldi Bernardi

Francisco Stefani Amaro

DOI 10.22533/at.ed.43919240531

CAPÍTULO 32 301

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

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240532

CAPÍTULO 33 315

VAZÃO DE ÁGUA EM CHILLER INDUSTRIAL: ESTUDO DA INFUÊNCIA NA TEMPERATURA DA CARCAÇA DE FRANGO

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

DOI 10.22533/at.ed.43919240533

SOBRE AS ORGANIZADORAS 322

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

Rufino Fernando Flores Cantillano

Núcleo de Alimentos, Embrapa Clima Temperado
Pelotas - Rio Grande do Sul

Jardel Araujo Ribeiro

Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de
Pelotas

Pelotas - Rio Grande do Sul

Mauricio Seifert

Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de
Pelotas

Pelotas - Rio Grande do Sul

Carla Ferreira Silveira

Núcleo de Alimentos, Embrapa Clima Temperado
Pelotas - Rio Grande do Sul

Diane Nogueira

Núcleo de Alimentos, Embrapa Clima Temperado
Pelotas - Rio Grande do Sul

Leonardo Nora

Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de
Pelotas

Pelotas - Rio Grande do Sul

frutos inteiros devido aos danos provocados pelo processamento mínimo. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diversas coberturas comestíveis e o tempo de secagem na prevenção da qualidade e do escurecimento da polpa de maçãs minimamente processadas. Maçãs ‘Royal Gala’ foram sanitizadas e posteriormente cortadas em fatias longitudinais. Em seguida, foram imersas por um minuto nas coberturas comestíveis: água destilada (C0), alginato de sódio 3 % (C1), fécula de mandioca 3 % (C2) e amido de arroz 3 % (C3). O excesso de cobertura foi drenado por 3 minutos e as fatias foram expostas ao ar forçado (1,8 m/s a 2,2 m/s) por 5 min (5) e 20 min (20) para secagem das mesmas. Ao longo do armazenamento, as coberturas comestíveis não impediram o escurecimento e não provocaram alterações anormais na polpa das maçãs minimamente processadas. Também não ocorreu diminuição significativa do pH, sólidos solúveis totais e acidez total, mantendo a qualidade dos frutos. A firmeza se manteve estável e a perda de massa ficou abaixo de 2%. Recomenda-se 20 minutos de exposição ao ar forçado para as maçãs minimamente processadas recobertas com as coberturas comestíveis. Este tempo proporciona maior aderência das coberturas na polpa das maçãs, facilitando o manuseio.

PALAVRAS-CHAVE: pós-colheita, escurecimento, fécula de mandioca, amido de

RESUMO: Maçãs minimamente processadas, são comumente encontradas no comércio devido à disponibilidade, popularidade e versatilidade de uso durante todo o ano. No entanto, este produto é mais perecível que os

ABSTRACT: Minimally processed apples are commonly found in the market due to the availability, popularity and versatility of use throughout the year. However, this product is more perishable than the whole fruits due to the damages caused by the processing operations. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of several edible coatings and the drying time in the prevention on the quality maintenance and prevention of pulp darkening of minimally processed apples. 'Royal Gala' apples were sanitized and later cut into longitudinal slices. They were then immersed for one minute in the edible coatings: distilled water (C0), sodium alginate 3% (C1), cassava starch 3% (C2) and rice starch 3% (C3). Over coating was drained for 3 minutes and the slices were exposed to forced air (1.8 m / s at 2.2 m / s) for 5 min (5) and 20 min (20) to dry them. During the storage, the edible coatings did not prevent browning and did not cause abnormal changes in the pulp of minimally processed apples. There was also no significant decrease in pH, total soluble solids and total acidity, maintaining fruit quality. The firmness remained stable and the mass loss was below 2%. It is recommended 20 minutes of exposure to forced air for the minimally processed apples covered with edible coatings. This time provides greater adhesion of the coatings in the apples pulp, facilitating the handling.

KEYWORDS: post-harvest, browning, cassava starch, rice starch, sodium alginate

1 | INTRODUÇÃO

Maçãs minimamente processadas (MMP), são comumente encontradas nos mercados devido à disponibilidade, popularidade e versatilidade de uso durante todo o ano (PUTNIK et al., 2017c). Essa disponibilização aumentou nos últimos anos, devido o desejo dos consumidores em adquirir alimentos frescos (PUTNIK; BURSAĆ; KOVAC, 2017a), saudáveis e que permitam o consumo imediato. Segundo a *International Fresh-Cut Producers Association* (PAULA et al., 2009), os produtos minimamente processados são definidos como qualquer fruta ou hortaliça, ou ainda qualquer combinação destas, que foi alterada fisicamente a partir de sua forma original, mantendo o seu estado fresco. Independente do tipo, eles são selecionados, lavados, descascados e fatiados, resultando num produto 100% aproveitável que, posteriormente, é embalado ou pré-embalado (PAULA, et al., 2009). Contudo, estes processos deixam as MMP mais perecíveis que o fruto *in natura*. Isso ocorre porque o processamento mínimo provoca lesões nos tecidos, estimulando uma ampla gama de alterações degenerativas que aumentam a deterioração e encurtam o prazo de validade do produto (PUTNIK et al., 2017c). Essa deterioração é induzida principalmente pelo escurecimento, perda de firmeza, mudanças sensoriais e crescimento microbiano (BRODY; ZHUANG; HAN, 2011), diminuindo significativamente o prazo de validade de frutas e hortaliças minimamente processadas (ANESE et al., 2012, MONTERO-CALDERÓN; MILAGRO CERDAS-ARAYA, 2011). Portanto, uma tarefa essencial nesse tipo de fabricação de

alimento é garantir vida útil prolongada e segurança alimentar (OMS-OLIU; SOLIVA-FORTUNY, 2011) sem alterações nas características sensoriais.

Além da perecibilidade, maçãs minimamente processadas podem perder seu valor de mercado devido ao escurecimento da polpa, tornando-se pouco atraentes para os consumidores (PUTNIK et al., 2017b). O escurecimento ocorre porque ao danificar as paredes celulares durante o corte, há liberação uma gama de compostos que em reação com enzimas, provocam o escurecimento enzimático, afetando as características sensoriais e aparência dos vegetais, um dos principais atributos observado pelos consumidores antes da compra.

Vários procedimentos de conservação pós-colheita são comumente empregados em produtos minimamente processados. Dentre eles a cadeia de frio, boas práticas de armazenamento, uso de antioxidantes, entre outros. No entanto, há uma busca constante por novas estratégias para aumentar o tempo de prateleira destes alimentos. Dentre eles, destaca-se as coberturas comestíveis (CC). Nos últimos anos, as coberturas comestíveis têm sido considerados uma das novas tecnologias com potencial para alcançar tais objetivos, assegurando a sanidade e preservação de características do alimento minimamente processado (VARGAS et al., 2008; ASSIS; FORATO; BRITO, 2009). As CC podem atuar como uma embalagem alternativa, apresentando vantagens em relação às sintéticas, uma vez que são produzidas a partir de materiais comestíveis de fontes naturais. Uma boa cobertura deve dar ao fruto o brilho, a aparência atrativa e reduzir a perda de peso, por meio da redução da respiração normal dos frutos, sem provocar condições de anaerobiose (BALDWIN; HAGENMAIER; BAI, 2012).

Dentre as coberturas comestíveis, destacam-se o alginato de sódio, um composto formador de filme atraente devido à sua não toxicidade, biodegradabilidade, biocompatibilidade e baixo preço (VU; WON, 2013). Suas propriedades funcionais, espessamento, estabilização, suspensão, formação de filme, produção de gel e estabilização de emulsão têm sido bem estudadas (DHANAPAL et al., 2012; ZACTITI; KIECKBUSCH, 2006). Além disto, os alginatos têm muitas aplicações em alimentos devido a sua estrutura linear, capaz de formar filmes fortes (TAVASSOLI-KAFRANI; SHEKARCHIZADEH; MASOUDPOUR-BEHABADI, 2016), agindo como agente antioxidante e/ou antimicrobiano (SONG et al., 2012).

A fécula de mandioca é uma substância pulverulenta, farinácea, extraída a partir da região tuberosa da mandioca (*Pennisetum purpureum* Schum.), rica em amido. Este polissacarídeo além de ser uma matéria prima de baixo custo, apresenta um ótimo custo-benefício (NUNES et al., 2017). Destaca-se devido à boa transparência, boa resistência às trocas gasosas, resistência a danos mecânicos, manutenção e integridade da parede celular, retenção do teor de vitamina C, barreira à incorporação de solutos e propriedades fungicidas (LUVIELMO; LAMAS, 2012; NUNES et al., 2017). Além disto, segundo Nunes et al., (2017), há diversos estudos comparando diversas concentrações de fécula de mandioca, em frutas minimamente processadas, sendo os

melhores resultados obtidos nas concentrações de 2% e 3%.

Já o amido de arroz, tem o seu uso atribuído a sua ampla disponibilidade, baixo custo e capacidade de formar coberturas inodoras e incolores com baixa permeabilidade ao oxigênio (CANO et al., 2014 , JIMÉNEZ et al., 2012). O amido é o principal componente químico dos grãos de cereais, compreendendo aproximadamente 90% do peso seco do grão de arroz (*Oryza sativa* L.) (ZHOU et al., 2002).

As perdas pós-colheita de frutas no Brasil são estimadas aproximadamente 45% do total produzido (PERA et al., 2015; HENZ, 2017); . Dependendo da região e/ou espécie vegetal as perdas podem ser ainda maiores. Assim, a eliminação ou minimização destas perdas através da utilização de coberturas comestíveis, apresenta diversas vantagens, como: aumento no abastecimento de produtos sem aumento da área de cultivo, economia energética relacionada à fração de sua produção e comercialização, redução da poluição e satisfação das necessidades do consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Além disto, os bons resultados das coberturas podem contribuir com o setor da pomicultura, visto que haverá agregação de valor na cadeia da maçã e a diversificação de produtos derivados, além de proporcionar ao consumidor produtos convenientes ao consumo, com vida útil prolongada e semelhantes ao fruto *in natura*. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diversas coberturas comestíveis e o tempo de secagem nas características de qualidade de maçãs Gala minimamente processada.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Material

Maçãs (*Malus domestica* Borkh) ‘Royal Gala’, oriundas de um pomar comercial localizado na cidade de Vacaria/RS, Brasil, colhidas no ano de 2014.

2.2 Colheita e armazenamento das frutas

As maçãs foram colhidas quando alcançaram seu ponto de maturação comercial, considerando-se teor de amido, firmeza da polpa, e concentração de sólidos solúveis totais. Foram selecionadas quanto ao tamanho, ausência de danos mecânicos visíveis e de podridão. Posteriormente as frutas foram armazenadas a 1,0°C, umidade relativa 90,0% \pm 5,0%, preparadas e analisadas no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Clima Temperado.

2.3 Sanitização, preparo das frutas e coberturas comestíveis

A sanitização ocorreu com imersão das frutas *in natura* em solução de hipoclorito de sódio (100 ppm, pH 6,5 e temperatura entre 5,0°C a 8,0°C), por 10 minutos.

Antes da aplicação das coberturas, as frutas foram cortadas em quatro fatias longitudinais, de tamanho semelhante, sendo a região do eixo central e as sementes

descartadas, preservando a epiderme. Imediatamente após o corte, as fatias permaneceram imersas por um minuto em: água destilada (C0), alginato de sódio 3 % (C1), fécula de mandioca 3 % (C2) e amido de arroz 3 % (C3). O excesso de cobertura foi drenado por 3 minutos e as fatias foram expostas ao ar forçado (1,8 m/s a 2,2 m/s) por 5 min (5) e 20 min (20) para secagem das mesmas. Da combinação das coberturas com tempos de secagem, resultaram os seguintes tratamentos: **a) C0-5, b) C1-5, c) C2-5, d) C3-5 e) C0-20, f) C1-20, g) C2-20 e h) C3-20.**

A unidade experimental consistiu em cinco fatias de maçãs, acondicionadas em bandeja de poliestireno selada com filme PVC esticável de 9μ . As unidades experimentais foram dispostas completamente ao acaso em câmara refrigerada ($4,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e UR de $90,0\% \pm 5,0\%$). As avaliações foram realizadas em quatro períodos, na instalação do experimento 0 d (dias) e após 3 d, 6 d, e 9 d de armazenamento.

2.4 Elaboração das coberturas

Para elaboração das coberturas comestíveis a partir de fécula de mandioca (HENRIQUE; CEREDA, 1999) e amido de arroz (oriundos do laboratório de pós-colheita, industrialização e qualidade de grãos – DCTA – FAEM - UFPel), foram utilizadas as concentrações de 3% para cada cobertura. A solubilização ocorreu em água ultrapura através de aquecimento a $70,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, sob agitação constante por 15 minutos e apresentarem aspecto gelificado. Em seguida ocorreu o resfriamento até aproximadamente $15,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$.

O alginato de sódio (marca safc®-Sigma-Aldrich - sal sódico do ácido algínico de algas castanhas), também foi utilizado na concentração de 3% com aquecimento até $70,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e sob agitação constante para completa dissolução. Posteriormente foi resfriado até aproximadamente $15,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ conforme descrito por Fontes et al., (2008).

2.5 Avaliações de qualidade

a) *Perda de massa*: mensurada conforme Pereira et al., (2006), com resultado expresso em porcentagem (%);

b) *Cor*: mensurada com calorímetro Minolta CR-400, com sistema de leitura CIE $L^*a^*b^*$, proposto pela Comission Internaciona de l'Eclairage (CIE). Com esses parâmetros, foram avaliadas cromaticidade (C^*), matiz Hue ($^{\circ}\text{H}$) e índice de escurecimento (IE) de acordo com Palou et al., (1999);

c) *Firmeza da polpa*: mensurada conforme Melo; Vilas Boas; Justo, (2009), utilizando penetrômetro eletrônico TA XT plus 40855, com ponteira de 2 mm de diâmetro com velocidade de pré-teste de 1,0 mm/s; velocidade de teste de 2,0 mm/s; velocidade de pós-teste de 10,0 mm/s; força de 5 kg. As leituras foram realizadas na porção mediana dos gomos de maçã, com o resultado expresso em Newton (N).

d) *Sólidos Solúveis Totais (SST)*: obtido através de refratômetro digital de mão

da marca ATAGO, modelo PAL-1, expresso em °Brix (ZENEBON; PASCUET; TIGLEA, 2008);

e) *Potencial Hidrogeniônico*: determinado com o auxílio de um potenciômetro (pHmetro) da marca Quimis modelo Q400A (ZENEBON; PASCUET; TIGLEA, 2008);

f) *Acidez titulável (AT)*: foram utilizadas 10mL de suco da polpa, adicionadas a 90mL de água destilada, em seguida a titulação da amostra ocorreu com o auxílio de uma bureta digital Brand® contendo solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N até atingir o ponto de viragem no pH 8,1, expressa em gramas de ácido málico por /100 g⁻¹ de polpa fresca (ZENEBON; PASCUET; TIGLEA, 2008).

2.6 Análise estatística

Empregou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial (4 x 2 x 4), sendo o tipo de cobertura (com 4 níveis), o tempo de secagem das coberturas (com 2 níveis) e os períodos de armazenamento (com 4 níveis). Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Diferenças Mínimas Significativas (DMS) ($p \leq 0,05$).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando as maçãs são cortadas, as células do tecido são rompidas e enzimas, como polifenoloxidase são liberadas, entrando em contato com seus substratos, causando o escurecimento (GARCIA; BARRET, 2002). O controle do escurecimento nas fatias de maçã não foi inibido efetivamente apenas com a aplicação de coberturas. No entanto, segundo Olivas et al., (2007) alguns revestimentos tem essa capacidade, por funcionar como barreiras ao oxigênio, necessário para que ocorram reações de escurecimento. Na coordenada b^* (Tabela 1), relacionada ao eixo que varia de azul (- b^*) a amarelo (+ b^*), verificou-se que durante o tempo de secagem de 5 minutos, não houve diferença entre as coberturas e o controle. No tempo de secagem de 20 minutos, o escurecimento se intensificou na C0-20 (controle) ao longo dos 9 dias de armazenamento. Nos outros tratamentos, embora numericamente o escurecimento tenha aumentado, estatisticamente essa tendência não foi significativa. O menor escurecimento observado nestas coberturas (C1-20, C2-20 e C3-20) em relação ao controle (C0-20) denotam efetividade na ação das coberturas comestíveis; contribuindo para estender a vida útil de produtos minimamente processados, reduzindo a migração de umidade e soluto, troca gasosa, respiração e taxas de reações oxidativas, bem como reduzindo ou até mesmo suprimindo desordens fisiológicas (ROJAS-GRAÜ et al., 2009). Coberturas de alginato são uma boa opção para MMP, pois estas coberturas se tornam mais fortes quando reticuladas com cálcio (Ca), aglutinando-se à superfície da maçã minimamente processada através desta reticulação (alginato-Capectina) (OLIVAS et al., 2007; FERNANDES et al., 2018). Diante disto, possivelmente

o alginato de sódio não agiu efetivamente no controle do escurecimento da polpa das MMP porque o cálcio não foi utilizado neste trabalho. Como medida alternativa, ao uso do Ca, agentes antioxidantes poderiam ser aplicados antes das coberturas para prevenir o escurecimento da polpa das MMP.

Coberturas	Tempo de armazenamento					
	0 dias		3 dias		6 dias	
			b*		9 dias	
C0 - 5	29,79	A a	29,93	A a	26,70	A a
C1 - 5	24,35	A ab	25,65	A a	27,58	A a
C2 - 5	27,57	A ab	27,17	A a	30,21	A a
C3 - 5	23,51	A ab	28,95	A a	27,91	A a
C0 - 20	22,56	B b	26,14	AB a	25,47	AB a
C1 - 20	26,70	A ab	29,54	A a	27,20	A a
C2 - 20	28,84	A ab	27,84	A a	29,78	A a
C3 - 20	26,39	A ab	27,04	A a	26,91	A a
L*						
C0 - 5	74,28	A abc	74,10	A bc	76,57	A a
C1 - 5	76,11	A abc	75,49	A abc	73,61	A a
C2 - 5	75,98	A abc	76,73	A ab	75,78	A a
C3 - 5	78,02	A ab	77,07	A ab	76,36	A a
C0 - 20	78,41	A a	78,51	A a	77,79	A a
C1 - 20	74,03	A bc	73,29	A c	74,43	A a
C2 - 20	73,73	A c	75,43	A abc	75,51	A a
C3 - 20	76,20	A abc	76,77	A bc	77,06	A a
CROMA						
C0 - 5	29,93	A a	30,12	A a	26,73	A a
C1 - 5	24,38	A ab	25,66	A a	27,70	A a
C2 - 5	27,63	A ab	27,22	A a	30,35	A a
C3 - 5	23,55	A ab	29,02	A a	27,99	A a
C0 - 20	22,60	B b	26,22	AB a	25,49	AB a
C1 - 20	26,81	A ab	29,70	A a	27,28	A a
C2 - 20	28,99	A ab	27,90	A a	29,85	A a
C3 - 20	26,45	A ab	27,04	A a	26,93	A a

Tabela 1: Avaliação de cor (b*, L* e Croma) em maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas recoberta com três diferentes coberturas e dois períodos de secagem, 5 min e 20 minutos. Frutos armazenados a $4,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e UR de $90,0\% \pm 5,0\%$) e avaliados por 0d, 3d, 6d, e 9 dias.

Coberturas (C): água destilada (C0), alginato de sódio 3 % (C1), fécula de mandioca 3 % (C2) e amido de arroz 3 % (C3). Tempo de exposição dos frutos ao ar forçado por 5 min (5) e 20 min (20). Da combinação das coberturas com tempos de secagem, resultaram: a) C0-5, b) C1-5, c) C2-5, d) C3-5 e) C0-20, f) C1-20, g) C2-20 e h) C3-20.

Letras maiúsculas na linha indicam diferença significativa do tratamento ao longo do armazenamento e letras minúsculas na coluna, indicam diferença entre os tratamentos. Os dados foram submetidos à análise da variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste de Diferenças Mínimas Significativas (DMS) ($p \leq 0,05$).

A variável de cor L* (Tabela 1), que indica a luminosidade da amostra na faixa de 100 (branco) a 0 (negro), mostra que a fécula de mandioca (C1 - 20) e o alginato de sódio (C2 -20) foram as coberturas que até o terceiro dia mantiveram a cor mais clara das MMP. No sexto e nono dia, não houve diferença estatística entre os tratamentos. Ao longo dos nove dias de armazenamento, a luminosidade se manteve estável, sem decréscimo. Os bons resultados observados nos três primeiros dias na fécula de mandioca podem ser atribuídos a sua capacidade de formar uma matriz polimérica contínua, apresentando forte caráter hidrofílico (GHANBARZADEH; ALMASI, 2011;

CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014). Além disto, este polissacarídeo forma coberturas insípidas, inodoras e transparentes, não alterando o sabor, o aroma e a aparência do produto (CHIUMARELLI; HUBINGER, 2014).

As variáveis de cor a*, hue e IE não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos e períodos avaliados.

De acordo com Pomeranz; Meloan (1994), o croma (C*) é uma medida da saturação, pureza ou intensidade da cor. Assim, mudanças nesses valores estão relacionadas ao processo de maturação e efeitos de processamento. No presente trabalho, um aumento significativo no parâmetro C* foi observado ao longo do armazenamento para a C1-20 (Figura 1). A tendência de aumento na cromaticidade observada neste tratamento indica aumento do escurecimento enzimático. Um dos possíveis motivos para este aumento pode ser atribuído a maior exposição destes tratamentos ao ar forçado. Como o tratamento C1-20 não tem nenhum cobertura protegendo os tecidos da ação do oxigênio e a polifenoloxidase oxida os compostos fenólicos na presença de oxigênio na superfície da MMP, produzindo quinonas, que se autopolimerizam para formar pigmentos de cor marrom (HU et al., 2018).

Nas figuras 1a e 1b são apresentados os valores de pH encontrados nas MMP recobertas com as coberturas comestíveis. As maçãs não apresentaram diferença estatística entre as coberturas nos valores de pH em ambos os tempos de secagem. A principal alteração verificada foi ao longo do armazenamento, onde ocorreu um incremento no pH das maçãs, independente da cobertura utilizada. No entanto, essa alteração embora estatisticamente significativa, não foi suficientemente alta para comprometer a qualidade dos frutos. Diferente do resultado obtido neste trabalho, Fontes et al., (2008) observaram que o pH se manteve inalterado durante o armazenamento ao trabalharem com diferentes coberturas aplicadas em MMP, dentre elas a fécula de mandioca e o alginato de sódio.

Com relação aos teores de sólidos solúveis (Figuras 1c e 1d), no tempo de secagem de 5 minutos (1c), a maior concentração foi verificada nos tratamentos controle (C0 - 5) e no alginato de sódio (C1 - 5) até o terceiro dia de armazenamento. No final da avaliação (9º dia), não houve diferença estatística entre as coberturas e o controle (C0 - 5). No tempo de 20 minutos de secagem, embora os valores dos tratamentos tenham oscilado ao longo dos dias, também não ouve diferença estatística entre eles no nono dia. Uma peculiaridade observada entre coberturas e o tempo de secagem foi o aumento na concentração de sólidos solúveis ao longo do armazenamento. O aumento nas concentrações de SST é bem aceito pelo consumidores, pois melhora as características organolépticas dos frutos (BLEINROTH, 1992). A perda de massa ocorrida nas maçãs ao longo do armazenamento pode ter contribuído para o aumento dos SST ao longo do armazenamento (COSTA; BALBINO, 2002). Além disto, a concentração de sólidos solúveis aumenta durante a maturação, como resultado da hidrólise do amido, pois a glicose e a frutose são os monossacarídeos principais e a sacarose é o principal dissacarídeo resultante desse processo (MEDEIROS et al.,

2012). Assim, a degradação de carboidratos mais complexos em açúcares simples como a glicose e a frutose também pode aumentar a concentração de SST (WILLS; GOLDING, 2016). Mesmo com a variação ocorrida entre alguns tratamentos, Wu et al, (2007) estudando diferentes cultivares de maçãs, encontraram valores semelhantes aos verificados no presente estudo, os quais variaram entre 10,48 a 14,68 °Brix em diferentes cultivares de maçãs.

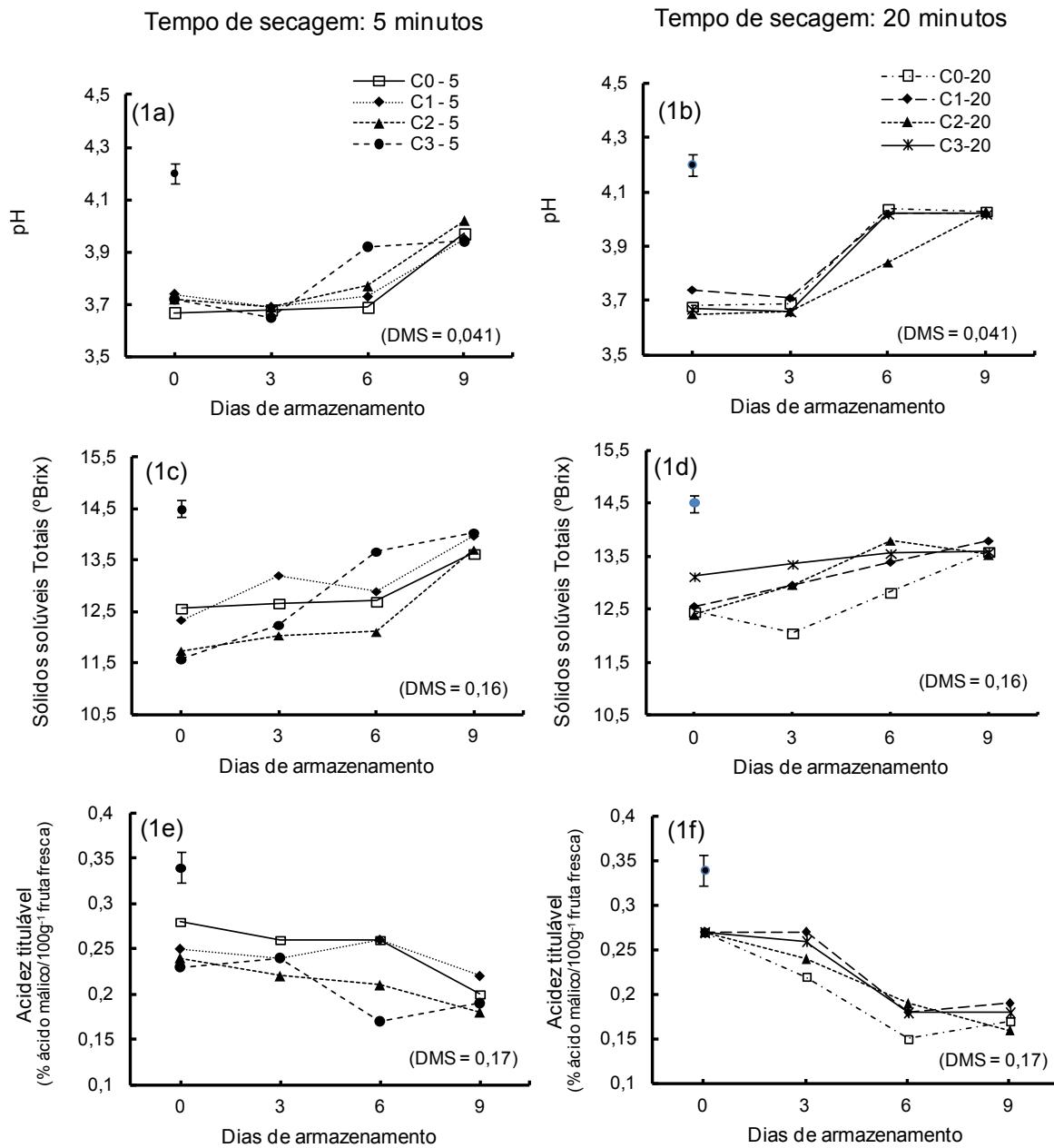


Figura 1: Avaliação de pH (1a e 1b), sólidos solúveis totais (1c e 1d) e acidez titulável (1e e 1f) de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas. Frutos recobertos com diferentes coberturas comestíveis (C): água destilada (C0), alginato de sódio 3 % (C1), fécula de mandioca 3 % (C2) e amido de arroz 3 % (C3). Frutos armazenados a $4,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e UR de $90,0\% \pm 5,0\%$ e avaliados por 0d, 3d, 6d, e 9 dias. Barra vertical representa teste DMS ($p \leq 0,05$). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2014.

A acidez é um dos parâmetros mais importantes na avaliação sensorial da maçãs, dado que permite prever com algum rigor o sabor ácido e o aroma das frutas

(PETKOVŠEK et al., 2007). Além disto, a acidez está vinculada ao pH, que influencia no escurecimento oxidativo dos tecidos vegetais (PIZATO et al., 2013). O uso das coberturas influenciaram a acidez titulável (Figuras 1e e 1f) dos frutos minimamente processados durante o tempo de armazenamento. No menor tempo de secagem (5 minutos), as maçãs recobertas com as coberturas comestíveis C1-5, C2-5 e C3-5 mantiveram a acidez inferior ao tratamento C0-5 (controle) até o terceiro dia de armazenamento. No nono dia, não houve diferença estatística entre as coberturas e o controle (C0-%). Por outro lado, independente da cobertura utilizada, e o tempo de secagem, houve decréscimo na acidez de todos os tratamentos, tendência oposta a observada nos SST e pH. Segundo Kerdchoechuen et al., (2011) a diminuição a acidez pode ser atribuída ao aumento na taxa respiratória após o processamento mínimo. Isso ocorre porque os sólidos solúveis e os ácidos orgânicos são rapidamente consumidos durante a respiração em comparação com outros compostos químicos da fruta (KIM et al., 1993). Além disto, segundo Freitas, (2010) a diminuição na acidez, acarreta na redução da velocidade de escurecimento do fruto. Característica observada neste experimento, pois o escurecimento praticamente se manteve estável ao longo dos nove dias armazenamento.

A firmeza da polpa é outro fator importante que define a qualidade da fruta e influencia fortemente a aceitabilidade pelos consumidores (HARKER et al., 1997), sendo determinada pela composição da parede celular, turgor celular, anatomia celular e teor de água. Neste estudo, embora sutil, observou-se um decréscimo dos valores da firmeza da polpa para todas as coberturas e tempos de secagem (Figuras 2a e 2b). Olivas et al., (2007) ao avaliar diferentes coberturas de alginato de sódio em maçãs também verificou que a firmeza se manteve praticamente constante. O decréscimo na firmeza esta relacionado com a ação de enzimas de deterioração da parede celular, como a poligalacturonase e a pectinesterase, ambas vinculadas a senescência e a perecibilidade (SONG et al., 2013) antes e após o processamento mínimo.

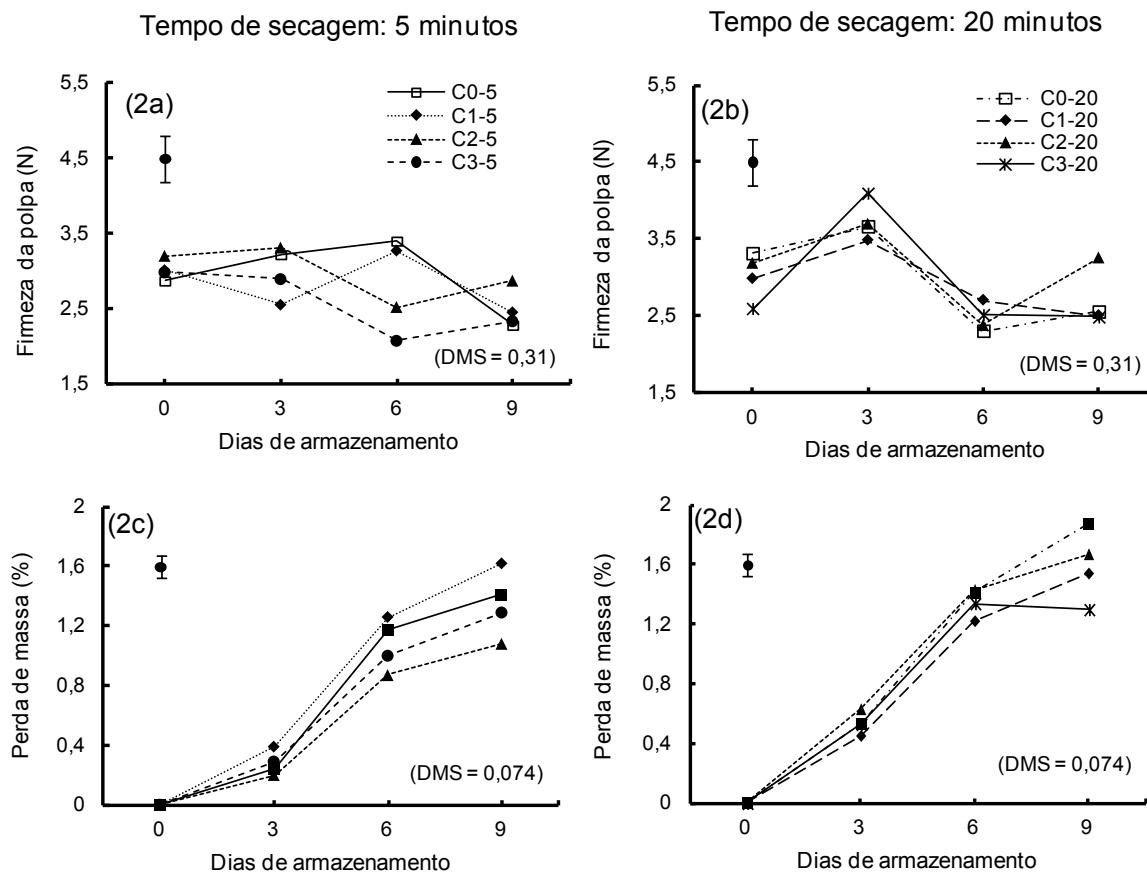


Figura 2: Firmeza da polpa (2a e 2b) e perda de massa (2c e 2d) de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas. Frutos recobertos com diferentes coberturas comestíveis (C): água destilada (C0), alginato de sódio 3 % (C1), fécula de mandioca 3 % (C2) e amido de arroz 3 % (C3). Frutos armazenados a $4,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e UR de $90,0\% \pm 5,0\%$ e avaliados por 0d, 3d, 6d, e 9 dias. Barra vertical representa teste DMS ($p \leq 0,05$). Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2014.

Resultado antagônico ao observado com a firmeza da polpa pode ser observado na perda de massa (Figuras 2c e 2d), pois durante o armazenamento todos os tratamentos apresentaram aumento gradativo nesta variável. Isso ocorre porque o processamento mínimo expõe os tecidos a um ambiente com menor umidade relativa, causando assim perda de massa substancial e constante. Durante os 5 minutos de secagem, a fécula de mandioca (C2 - 5) foi a cobertura com menor perda de massa (1,1%) no dia nono dia de armazenamento e o alginato de sódio (C1 - 5) a cobertura com maior perda (1,6%). A reduzida perda de massa nas MMP tratadas com fécula de mandioca, pode ser atribuída ao processo de gelificação, que formou uma espécie de filme na superfície da polpa dos frutos, impedindo a transpiração, que depende do gradiente de pressão do vapor de água entre a atmosfera circundante e o tecido da fruta (SIDDIQUI, 2016).

As coberturas comestíveis atuam como uma barreira na superfície do fruto, reduzindo assim a transferência de água, selando pequenas lesões e reduzindo a perda de massa. No tempo de secagem de 20 minutos, foi o tratamento controle (C1 -20) o que apresentou a perda de massa mais significativa (2%). Finger e Vieira (1997) afirmam que a perda de massa máxima, sem o aparecimento de murchamento ou

enrugamento da superfície oscila entre 5 % e 10 % e que a perda de massa para os produtos minimamente processados varia em função da espécie e do nível de exigência do consumidor. A perda de massa média observada neste experimento foi aceitável, pois foi 7 vezes inferior há relatada por Qi et al., (2011) com maçãs Fuji minimamente processadas tratadas com antioxidantes e armazenadas por 8 dias.

Variáveis	SST (1)	pH (2)	AT (3)	Ratio (4)	L* (5)	a* (6)	b* (7)	C* (8)	°H (9)	IE (10)	Perda de massa (11)	Firmeza (12)
(1)	1,00	*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)		1,00	-0,83	-	-	-	-	-	-	-	0,77	-
(3)			1,00	-	-	-	-	-	-	-	-0,64	-
(4)				1,00	-	-	-	-	-	-	-	-
(5)					1,00	-0,68	-0,74	0,69	-0,58	-0,64	-	-
(6)						1,00	0,65	-0,98	0,68	0,72	-	-
(7)							1,00	-0,66	0,74	0,72	-	-
(8)								1,00	-0,69	-0,73	-	-
(9)									1,00	0,98	-	-
(10)										1,00	-	-
(11)											1,00	-
(12)												1,00

Tabela 2: Coeficientes de correlação de Pearson ($p<0,05$), entre pH, sólidos solúveis totais (SST), Acidez total (AT), *Ratio* (relação acidez total/SST), firmeza (N), perda de massa (%), luminosidade (L*), Ângulo de tonalidade Hue (°H), Cromaticidade (C*) e Índice de escurecimento (IE) em maçã 'Royal Gala' minimamente processadas, recobertas com diferentes coberturas e avaliadas após 0d, 3d, 6d e 9 dias de armazenamento em câmara fria a $4,0^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ e $90,0\% \pm 5,0\%$ de umidade relativa.

*significativo a $p<0,05$

Foi observada uma correlação negativa (Tabela 2) elevada entre a acidez titulável e o pH nas MMP devido à vinculação existente entre essas duas varáveis, pois a redução da acidez titulável implica no aumento do pH. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) esse fato pode ser explicado pela degradação que os ácidos orgânicos sofrem à medida que a maturação ocorre, proporcionando uma redução na acidez do produto. Resultado semelhante de correlação negativa observada neste trabalho foi relatado por Fontes et al. (2008), estudando MMP tratadas com diferentes coberturas, porém os coeficientes por eles observados foram menores aos obtidos neste trabalho.

Foram observados índices de correlação elevados (superiores a 0,70) entre as variáveis índice de escurecimento (IE) e as variáveis de cor L*, a*, b*, C* e °H. Este resultado era esperado, pois a partir das variáveis L*, a* e b*, se obtém as outras variáveis relacionadas a cor dos frutos. Na medida que o índice de escurecimento aumenta a cor das MMP é afetada de forma negativa. Esse dado é importante pois

o aumento do índice de escurecimento afeta negativamente a aparência do produto, fator importante na aquisição dele pelo consumidor. Segundo Batista (1994) a cor é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição do produto pelo consumidor. Por isso a importância de produtos que permitam reduzir o índice de escurecimento de frutas minimamente processadas.

4 | CONCLUSÃO

As coberturas comestíveis e tempo de secagem não alteraram a maioria dos parâmetros físico-químicos de qualidade, apresentando uma evolução fisiológica normal nos frutos.

A aplicação de antioxidantes antes das coberturas comestíveis deve ser considerada, visando inibir efetivamente o escurecimento da polpa das maçãs minimamente processadas.

As coberturas após 20 minutos de exposição ao ar forçado, apresentaram maior aderência na polpa, facilitando o manuseio.

As maçãs minimamente processadas e tratadas com fécula de mandioca apresentam menor perda de massa quando submetidas ao tempo de secagem de cinco minutos.

REFERÊNCIAS

- ANESE, M., LANCIOTTI, R., GARDINI, F., LAGAZIO, C. (2012). **Case studie**. In NICOLI M. C. (Ed.), Shelf life assessment of food (pp. 247e299). Florida, USA: CRC Press Taylor & Francis Group.
- ASSIS O. B. G.; BRITTO, D.; FORATO, L. A. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. **Embrapa Instrumentação - Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2009.
- BALDWIN, E. A.; HAGENMAIER, R.; BAI, J. **Edible coatings and films to improve food quality**. 2nd ed. Boca Raton: CRC, 2012. 460 p.
- BATISTA, C. L. L. C. **Produção e avaliação da estabilidade de corante hidrossolúvel de urucum**. 71 p. 1. Ed. UFLA. Brasil, 1994.
- BLEINROTH, E. W., SIGRIST, J. M. M., DE FG ARDITO, E., DE CASTRO, J. V., SPAGNOL, W. A. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. ITAL. 1992.
- BRODY, A.; ZHUANG, H.; HAN, J. H. (2011). **Modified atmosphere packaging for fresh-cut fruits and vegetables**. West Sussex: Blackwell Publishing Ltd.
- CANO, A., JIMÉNEZ, A., CHÁFER, M., GÓNZALEZ, C., CHIRALT, A. Effect of amylose: amylopectin ratio and rice bran addition on starch films properties. **Carbohydrate polymers**, v.111, p.543-555, 2014.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. atual. eampl. v. 1, 783 p. UFLA, Lavras. 2005.

CHIUMARELLI, M.; HUBINGER, M. D. Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. **Food hydrocolloids**, v. 38, p. 20-27, 2014.

COSTA, A. F. S.; BALBINO, J. M. S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUUR A, F. C. A. U. (Ed.). Mamão: pós-colheita. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**. p. 12-18. 2002.

DHANAPAL, A., SASIKALA, P., RAJAMANI, L., KAVITHA, V., YAZHINI, G., BANU, M. S. Edible films from polysaccharides. **Food science and quality management**, v. 3, n. 0, p. 9, 2012.

FERNANDES, L., CASAL, S., PEREIRA, J. A., PEREIRA, E. L., SARAIVA, J. A., RAMALHOSA, E. Effect of alginate coating on the physico-chemical and microbial quality of pansies (*Viola x wittrockiana*) during storage. **Food Science and Biotechnology**, v.27, n.4, p.987-996, 2018.

FINGER, F. L; VIEIRA G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa: UFV. 29p. 1997.

FONTES, L. C. B., SARMENTO, S. B. S., SPOTO, M. H. F., DIAS, C. T. D. S. (2008). Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e tecnologia de alimentos**, Campinas v. 28, n.4, p.872-880, 2008.

FREITAS, I. R. **Goma xantana como carreadora de solução conservadora e cloreto de cálcio aplicado a maçã minimamente processada**. 2010. Monografia (Especialização em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

GARCIA, E.; BARRET, D.M. **Preservative treatments for fresh cut fruits and vegetables**. LAMIKANRA, O. (Ed.), Fresh-Cut Fruits and Vegetables, CRC, Press, Florida (2002), p. 267-304.

GHANBARZADEH, B.; ALMASI, H. Physical properties of edible emulsified films based on carboxymethyl cellulose and oleic acid International. **Journal of Biological Macromolecules**, V.48, p.44-49, 2011.

HARKER, F.R.; STEC, M.G.H.; HALLETTAND, I.C.; BENNETT, C.L. Texture of parenchymatous plant tissue: a comparison between tensile and other instrumental and sensory measurements of tissue strength and juiciness **Postharvest Biol. Technol.**, v.11, p. 63-72, 1997.

HENRIQUE, C. M.; CEREDA, M. P. Utilization of biofilms in the postharvest conservation of strawberry (*fragaria ananassa* duch) cv iac campinas. **Food Science and Technology (Campinas)**, v. 19, n. 2, p. 231-233, 1999.

HENZ, G.P. Postharvest losses of perishables in Brazil: what do we know so far?. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 6-13, 2017.

HU, W., JIANG, A., XIU, Z., FENG, K. Effect of thyme oil–alginate-based coating on quality and microbial safety of fresh-cut apples. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.98, n.6, p.2302-2311, 2018.

JIMÉNEZ, A., FABRA, M. J., TALENS, P., CHIRALT, A. Edible and biodegradable starch films: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v.5, n.6, p.2058-2076, 2012.

KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; TUSSAVIL, P.; KAISANGSRI, N.; MATTA, F. B. Effect of starch-based edible coatings on quality of minimally processed pummelo (*Citrus maxima* Merr.). **International Journal of fruit science**, v.11, n.4, p.410-423, 2011.

KIM, D.M.; SMITH, N.L.; LEE, C.Y. Quality of minimally processed apple slides from selected cultivars. **Journal Food Sci.**, 58: 1111–1114, 1993.

LUVIELMO, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Periódico Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012.

MEDEIROS, B.G.S, PINHEIRO, A.C, CARNEIRO-DA-CUNHA, M.G, VICENTE, A.A. Development and characterization of a nanomultilayer coating of pectin and chitosan-evaluation of its gas barrier properties and application on 'Tommy Atkins' mangoes. **Journal Food Eng**, v.110, p.457–464, 2012.

MONTERO-CALDERON, M.; MILAGRO CERDAS-ARAYA, M. (2011). **Fruits and vegetables for the fresh-cut processing industry**. In MARTÍN-BELLOSO, O; SOLIVA-FORTUNY, R. (Eds.), **Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing** (pp. 185e211). Florida, USA: CRC Press Taylor & Francis Group.

NUNES, A. C. D., NETO, A. F., NASCIMENTO, I. K., DE OLIVEIRA, F. J., MESQUITA, R. V. C. Armazenamento de mamão formosa revestido à base de fécula de mandioca. **Revista de Ciências Agrárias**, v.40, n.1, p.254-263, 2017.

OLIVAS, G. I., MATTINSON, D. S., BARBOSA-CÁNOVAS, G. V. Alginate coatings for preservation of minimally processed 'Gala' apples. **Postharvest biology and Technology**, v.45, n.1, p.89-96, 2007.

OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R. Future trends in fresh-cut fruit and vegetable processing. In MARTÍN-BELLOSO, O.; SOLIVA-FORTUNY, R. (Eds.), **Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing**. Florida, USA: CRC Press Taylor & Francis Group, 2011. p. 377-387, 2011.

PALOU, E., LÓPEZ-MALO, A., BARBOSA-CÁNOVAS, G. V., WELTI-CHANES, J., & SWANSON, B. G. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal of Food Science**, v.64, n.1, p.42-45, 1999.

PAULA, N. D., VILAS BOAS, E. V. de B., RODRIGUES, L. J., CARVALHO, R. A., PICCOLI, R. H. Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras-MG, Brasília-DF e São Paulo-SP. **Ciênc Agrotec**, v. 33, n. 1, p. 219-27, 2009.

PÉRA, TG; GAMEIRO, AH; BACCHI, DB; ROCHA, FV; CAIXETA FILHO, JV. 2015. An overview of the state-of-art of post-harvest losses in Brazil. In: **FIRST INTERNATIONAL CONGRESS ON POSTHARVEST LOSS PREVENTION**, 1. *Proceedings...*Rome, Italy: ADM Institute for the Prevention of Postharvest Loss, University of Illinois , Urbana-Champaign. p. 39-40.

PEREIRA, M. E. C.; SILVA, A. S., BISPO, A. S. R.; SANTOS, D. B.; SANTOS, S. B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciênc. agrotec., Lavras**, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, nov./dez., 2006.

PETKOVŠEK, M.M., ŠTAMPAR, F., VEBERIČ, R. Parameters of inner quality of the apple scab resistant and susceptible apple cultivars (*Malus domestica* Borkh.). **Scientia Horticulturae**, v.114, p.37-44, 2007.

PIZATO, S., CORTEZ-VEGA, W. R., PRENTICE-HERNÁNDEZ, C., BORGES, C. D. Efeito da aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação de maçãs 'Royal Gala' minimamente processadas. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 34, n. 1, p. 253-264, jan./fev. 2013.

POMERANZ, Y.; MELOAN, C.E. 1994. **Food analysis: theory and practice**. 3rd ed. New York : Chapman & Hall. 778 p.

PUTNIK, P., KOVAČEVIĆ, D. B., HERCEG, K., ROOHINEJAD, S., GREINER, R., BEKHIT, A. E. D. A., LEVAJ, B. Modelling the shelf-life of minimally-processed fresh-cut apples packaged in a modified atmosphere using food quality parameters. **Food control**, v. 81, p. 55-64, 2017c.

PUTNIK, P., ROOHINEJAD, S., GREINER, R., GRANATO, D., BEKHIT, A. E. A., BURSACCOVACEVICA, D. Prediction and modelling of microbial growth in minimally processed fresh-cut apples packaged in a modified atmosphere: A review. **Food Control.**, v.80, p. 411-419, 2017b.

PUTNIK, P.; BURSAĆ, D.; KOVAC, E. Fresh-cut apples spoilage and predictive microbial growth under modified atmosphere packaging. In RAI, R.; ASWATHANARAYAN, J.B. (Eds.) **Food safety and protection**. CRC Press, 2017a. p. 29-46.

QI, H.; HU, W.; JIANG, A.; TIAN, M.; LI, Y. Extending shelf-life of Fresh-cut 'Fuji' apples with chitosan-coatings. **Food Science and Emerging Technologies**, v.12, p.62-66, 2011.

ROJAS-GRAÜ, M.A.; SOLIVA-FORTUNY, R.C.; MARTÍN-BELLOSO, O. Edible coatings to incorporate active ingredients to freshcut fruits: a review. **Trends Food Sci Technol**, v.20, p.438-47, 2009.

SIDDQUI, M. W. (Ed.). **Eco-friendly technology for postharvest produce quality**. Academic Press, 2016.

SONG, H.; JO, W.; SONG, N.; MIN, S.; SONG, K. B. Quality Change of Apple Slices Coated with Aloe vera Gel during Storage. **Journal of Food Science**, v.78, n.6, 2013.

SONG, Y.; LIU, L.; SHEN, H.; YOU, J.; LUO, Y. Effect of sodium alginate-based edible coating containing different anti-oxidants on quality and shelf life of refrigerated bream (*Megalobrama amblycephala*) **Food Control**, v.22, p. 608-615, 2011.

TAVASSOLI-KAFRANI, E.; SHEKARCHIZADEH, H.; MASOUDPOUR-BEHABADI, M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. **Carbohydrate polymers**, v. 137, p. 360-374, 2016.

VARGAS, M.; PASTOR, C.; CHIRALT, A.; MCCLEMENTS, D. J.; GONZÁLEZMARTÍNEZ, C. Recent Advances in Edible Coatings for Fresh and Minimally Processed Fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 48, n. 6, p. 496-511, 2008.

VILAS-BOAS, E. V. de B.; KADER, A. A. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of fresh-cut banana. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 155-162, 2006.

VU, C. H. T.; WON, K. Novel water-resistant UV-activated oxygen indicator for intelligent food packaging. **Food chemistry**, v. 140, n. 1-2, p. 52-56, 2013.

WILLS, R. GOLDING, J. **Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables**. UNSW press, 2016.

WU, J.; GAO, H.; ZHAO, L.; LIAO, X.; CHEN, F.; WANG, Z.; E HU, X. Chemical compositional characterization of some apple cultivars. **Food Chemistry**, v.103, n.1, p.88-93. 2007.

ZACTITI, E. M.; KIECKBUSCH, T. G. Potassium sorbate permeability in biodegradable alginate films: effect of the antimicrobial agent concentration and crosslinking degree. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 3, p. 462-467, 2006.

ZENEBON, O.; PASCUET, N.S.; TIGLEA, P. **Métodos físico-químicos para Análise de Alimentos (4^a ed.)**, Instituto Adolfo Lutz, São Paulo (2008).

ZHOU, Z., ROBARDS, K., HELLIWELL, S., BLANCHARD, C. Composition and functional properties of rice. **International journal of food science & technology**, v.37, n.8, p.849-868, 2002.

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

Christian Alley de Aragão Almeida

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Lucas Almeida Leite Costa Lima

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Patrícia Beltrão Lessa Constant

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Maria Terezinha Santos Leite Neta

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

Narendra Narain

Universidade Federal de Sergipe
São Cristóvão – Sergipe

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

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

PALAVRAS-CHAVE: Pressão, conservação, alimentos.

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

KEYWORDS: Pressure, preservation, foods.

1 | INTRODUÇÃO

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

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

A Alta Pressão Hidrostática consiste em expor os alimentos a elevadas

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

- **Vantagens:**

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

- **Limitações:**

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

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

2 | PRINCÍPIOS DO PROCESSO

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

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

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

3 | ALTERAÇÕES FÍSICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4 | ALTERAÇÕES QUÍMICAS

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

4.1 Efeito da alta pressão hidrostática sobre a água

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

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

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

4.2 Efeito da alta pressão hidrostática sobre os carboidratos

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

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

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

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

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

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

4.3 Efeito da alta pressão hidrostática sobre enzimas e proteínas

4.3.1 Enzimas

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

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

4.3.2 Proteínas

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

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

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

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

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

4.4 Efeito da alta pressão hidrostática sobre os lipídios

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

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

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

do cremeamento.

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

4.5 Efeito da alta pressão hidrostática sobre os micronutrientes

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

5 | MECANISMO DE AÇÃO SOBRE OS MICRORGANISMOS

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

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

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

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

deteção.

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

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

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

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

6 | CONCLUSÕES

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

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

REFERÊNCIAS

- AGHAMOHAMMADI, B., MORSHEDI, A., AKBARIAN, M., AKBARIAN, A., HADIDI, M., MOAYEDI, F. **Effect of high pressure processing of food characteristics: a review of quality aspect.** International Journal of Biosciences, v. 4, nº 10, 193-205, 2014.
- AHMED, J., RAMASWAMY, H. S., & HIREMATH, N. **The effect of high pressure treatment on rheological characteristics and color of mango pulp.** International Journal of Food Science and Technology, 40, 885–895, 2005.
- BALNY, C., MASSON, P. 1993. **Effect of high pressures on proteins.** Food Reviews International, 9(4), 611–628, 1993.
- BUTZ, P., KOLLER, W.D., TAUSCHER, B., ANDWOLF, S. **Ultra high pressure processing of onions: chemical and sensory changes.** Lebensmittel Wissenschaft und Technologie, 27, 463–467, 1994.
- BUTZ, P., & TAUSCHER, B. **Food chemistry under high hydrostatic pressure.** In N. S. Isaacs (Ed.), High pressure food science, bioscience and chemistry (pp. 133e144). Cambridge: The Royal Society of Chemistry, 1997.
- BUTZ, P., FERNANDEZ GARCIA, A., LINDAUER, R., DIETERICH, S., BOGNAR, A., & TAUSCHER, B. **Influence of ultra high pressure on fruit and vegetable products.** Journal of Food Engineering, 56, 233–236, 2003.
- BUTZ, P., BOGNAR, A., DIETERICH, S., TAUSCHER, B. **Effect of highpressure processing at elevated temperatures on thiamin and riboflavin in pork and model systems.** Journal of Agriculture and Food Chemistry, 55(4), 1289-1294, 2007.
- CHAWLA, R.; PATIL, G. R.; SINGH, A. K. **High hydrostatic pressure technology in dairy processing: a review.** Journal of Food Science and Technology, v. 48, n. 3, p. 260-268, 2011.
- CHEAH, P.B.; LEDWARD, D.A. **High pressure effects on lipid oxidation in minced pork.** Meat Science, v. 43, n.2, p. 123-134, 1996.
- COELHO, V.L.G. **Efeitos da alta pressão hidrostática em alimentos: aspectos físico-químicos.** Revista Universidade Rural, Série Ciências Exatas e da Terra, v.21, n.1, p. 105-110, 2002.
- DONSÍ, G.; FERRARI, G.; & DI MATTEO, M. **High pressure stabilization of orange juice: evaluation of the effects of process conditions.** Italian Journal of Food Science, 2, 99 e 106, 1996.
- DRANSFIELD, E. **Modeling post mortem tenderization-IV-Role of calpain and calpastatin in conditioning.** Meat Science, v. 34, p. 217-234, 1993.
- FARKAS, D.F.; HOOVER, D.G. **High pressure processing.** Journal of Food Science, v. 65, p. 47-64, 2000.
- FDA. Food and Drug Administration. **Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies.** High pressure processing (2000).

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PÉREZ-LÓPEZ, E.; MATEOS-APARICIO, I.; RUPÉREZ, P. **Low molecular weight carbohydrates released from Okara by enzymatic treatment under high hydrostatic pressure.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, 38, 76–82, 2016.

PFLANZER, S. B.; CRUZ, A. G.; HATANAKA, C. L.; GIGANTE, M. L. **Efeito do processamento por alta pressão hidrostática nas características físico-químicas, microbiológicas e nutricionais do leite.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 11, n. 4, p. 241-251, 2008.

PLAZA, L., SANCHEZ-MORENO, C., DE ANCOS, B., & CANO, M. P. **Carotenoid content and antioxidant capacity of Mediterranean vegetable soup (gazpacho) treated by high-pressure/temperature during refrigerated storage.** European of Food Research and Technology, 223, 210e215, 2006.

RADEMACHER B. **Ultra hochdruckverfahren zur Keiminaktivierung.** Chemie Ingenieur Technik, 78(11), 1674–1681, 2006.

SANCHEZ, M. T. **Food texture: concept and measurement.** Alimentaria, n. 72, p. 29-34, 1996.

SANCHO, F., LAMBERT, Y., DEMAZEAU, G., LARGETEAU, A., BOUVIER, J. M., NARBONNE, J. F. **Effect of ultra-high hydrostatic pressure on hydrosoluble vitamins.** Journal of Food Engineering, 39, 247e253, 1999.

SANGSUK, O., MYOUNG, J. **Inactivation of *Bacillus cereus* spores by high hydrostatic pressure at different temperatures.** Journal of Food Protection, 66, 599–603, 2003.

SAN-MARTÍN, M.F., BARBOSA-CÁNOVAS, G.V., SWANSON, B.G. **Food processing by high hydrostatic pressure.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 42(6), p. 627-645, 2002.

SCHINDLER, S.; KRINGS, U.; BERGER, R.G.; ORLIEN, V. **Aroma development in high pressure treated beef and chicken meat compared to raw and heat treated.** Meat Science, v.86, p.317-323, 2010.

SINGH, R. P.; YOUSEF, A. E. **Technical Elements of New and Emerging Non-Thermal Food Technologies.** FAO, 2001.

THAKUR, B.R., NELSON, P.E. **High pressure processing and preservation of foods.** Food Reviews International, 14(4), 427–447, 1998.

TAOUKIS, P. S., PANAGIOTIDIS, P., STOFOROS, N. G., BUTZ, P., FISTER, H., & TAUSCHER, B. **Kinetics of vitamin C degradation under high pressure-moderate temperature processing in model systems and fruit juices.** In N. S. Isaacs (Ed.), High pressure food science, bioscience and chemistry (pp. 310–316). Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry, 1998.

TAUSCHER, B. **Chemical reactions of food components under high hydrostatic pressure.** In H. Ludwig (Ed.), Advances in high pressure bioscience and biotechnology, Heidelberg: Springer, 363e366, 1999.

TIMMERMANS, R. A. H., MASTWIJK, H. C., KNOL, J. J., QUATAERT, M. C. J., VERVOORT, L., VAN DER PLANCKEN, I. **Comparing equivalent thermal, high pressure and pulsed electric field processes for mild pasteurization of orange juice. Part I: Impact on overall quality attributes.** Innovative Food Science and Emerging Technologies, 12 235-243.

TSOU, C.L. **Location of active sites of some enzymes in limited and flexible molecular regions.** Trends in Biochemical Science, 11:427–429, 1986.

WUYTACK, E. Y., BOVEN, S., AND MICHIELS, C. W. **Comparative study of pressure-induced germination of *Bacillus subtilis* spores at low and high pressures.** Appl. Environ. Microbiol., 64(9),

3220–3224, 1998.

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

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

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

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

Wenderson Gomes Dos Santos

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Ana Flávia Amâncio de Oliveira

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Carolina Lima dos Santos

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Jaqueline Araújo Cavalcante

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Jocélia Pinheiro Santos

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Larissa Fernanda Rodrigues

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Lucas Martins Girão

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Rachel de Melo Verçosa

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM

Manaus – Amazonas

Talissa Luzia Vieira da Silva

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

Victor Nogueira Galvão

Universidade Federal do Amazonas, Faculdade de Ciências Agrárias, Manaus- AM
Manaus – Amazonas

RESUMO: A proposta deste trabalho foi utilizar quatro diferentes tipos de coagulantes – sulfato de alumínio, TANFLOC, resíduos de açaí e resíduos de rambutã no tratamento de água retirada do Rio Negro e observar a eficiência no tratamento de cor e turbidez. Dentre os tratamentos, o coagulante mais eficaz na remoção de turbidez foi o pó de semente de açaí na concentração de 0,06 g/mL, apresentando uma turbidez de 2,86 UNT, uma redução de 47,9%. Seguindo este, o segundo melhor tratamento foi com o sulfato de alumínio, como esperado, apresentando uma turbidez de 3,12 UNT. O pó da casca de rambutan obteve maior eficiência quando comparado ao *Tanfloc*, apresentando o terceiro melhor resultado. Outras concentrações apresentaram aumentos altos de turbidez e apresentaram-se como tratamentos ineficazes.

PALAVRAS-CHAVE: Coagulantes, Tratamento

1 | INTRODUÇÃO

Um dos processos utilizados para o tratamento dos efluentes é a coagulação, sendo utilizado para remoção da cor, turbidez e matéria orgânica natural (BUDD ET AL., 2004; DA SILVA ET AL., 2004; HASSEMER ET AL., 2002; HUANG ET AL., 2009; LEIKNES, 2009).

Dentre os coagulantes mais comumente utilizados estão os de origem inorgânica como o sulfato de alumínio, cloreto férrico, hidroxicloreto de alumínio, sulfato férrico e sulfato ferroso clorado, e, outros de origem orgânica, também conhecidos como polieletrolitos, como por exemplo, o extrato de semente de moringa, tanino e quitosana (PAVANELLI, BERNARDO, 2002; MATOS et al., 2007; BONGIOVANI et al., 2010).

Os coagulantes naturais apresentam várias vantagens em relação aos coagulantes químicos por serem biodegradáveis e não-tóxicos, e ainda produzirem lodo em menor quantidade e com menores teores de metais (KAWAMURA, 1991).

Com esta finalidade, os taninos atuam em sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas e formando pontes entre estas partículas, sendo este processo responsável pela formação de flocos e consequente sedimentação (GRAHAM et al., 2008). O tanino não altera o pH da água tratada por não consumir alcalinidade do meio, ao mesmo tempo em que é efetivo em uma faixa de pH de 4,5 – 8,0 (DA SILVA, 1999; BARRADAS, 2004).

O açaí (*Euterpe oleracea*) é uma palmeira tropical que ocorre naturalmente na região amazônica. A polpa de açaí (*Euterpe oleracea*) contém numerosos compostos fitoquímicos, particularmente, antocianinas, proantocianidinas e outros ácidos fenólicos, que lhe conferem elevada capacidade antioxidante. Os compostos fenólicos presentes no açaí (*Euterpe oleracea*) são os taninos classificados em duas classes: hidrolisáveis e taninos condensados, e são considerados como tendo ambos os efeitos adversos e benéficos, dependendo da sua concentração e natureza (BUTOLO, 2010).

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização dos ensaios, foi coletada água proveniente do Rio Negro, no bairro Ponta Negra, Manaus-AM. Para avaliação da eficiência dos extratos como agentes coagulantes, foram utilizados farinha de rambutan e açaí, obtidos por meio de Trituração e secagem em estufa, essa farinha foi pesada em balança analítica em diferentes concentrações, sendo 0,03g; 0,06g e 0,12g adicionadas em 300mL de água em erlenmeyer para coagulação. Para se ter parâmetros para melhores resultados, foram utilizadas substâncias padrões como o Tanfloc e Sulfato de alumínio, sendo adicionados 0,12g dos coagulantes respectivamente. Todas as amostras foram submetidas a agitação constante com bastão de vidro por 15 minutos, e posterior

filtração, utilizando-se de filtros de papel. Logo após, foram realizadas análises de pH, em fita de pH, e turbidez. Para as análises de turbidez, foram retiradas alíquotas de 100 mL, em frascos de vidro, e levadas para o turbidímetro. Analisou-se também uma amostra controle, na qual não foi adicionado nenhum tipo de coagulante.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram aplicadas três concentrações diferentes de coagulantes, sendo estas de 0,03; 0,06 e 0,12 g para 300 mL de água, com exceção dos coagulantes Tanfloc e Sulfato de Alumínio, os quais só foram adicionados com a concentração de 0,12 g. O tempo de sedimentação foi de 30 minutos.

A Tabela 1 a seguir apresenta os resultados de pH e turbidez obtidos em função da concentração do pó de semente de açaí e casca de rambutan na água coletada.

Tratamento	Concentração (g/mL)	pH (pHmômetro)	pH (fita)	Turbidez
Controle – Água Bruta	-	4,83	6	5,49
Tanfloc	0,12	6,63	6	3,91
Sulfato de Alumínio	0,12	3,90	5	3,12
Açaí – C1	0,03	5,04	6	5,17
Açaí – C2	0,06	4,96	6	2,86
Açaí – C3	0,12	4,91	6	5,42
Rambutan – C1	0,03	4,47	6	3,96
Rambutan – C2	0,06	4,34	6	10,69
Rambutan – C3	0,12	4,16	5	12,67

Tabela 1 – Valores de pH e turbidez obtidos no tratamento da água com adição de diferentes concentrações de coagulantes naturais em comparação com coagulantes convencionais.

Dentre os tratamentos, o coagulante mais eficaz na remoção de turbidez foi o pó de semente de açaí na concentração de 0,06 g/mL, apresentando uma turbidez de 2,86 UNT, uma redução de 47,9%. Seguindo este, o segundo melhor tratamento foi com o sulfato de alumínio, como esperado, apresentando uma turbidez de 3,12 UNT.

Apenas uma das concentrações de pó da casca do rambutan (0,03 g/mL) foi eficaz no tratamento, sendo o terceiro melhor resultado, apresentando uma turbidez de 3,96 UNT, sendo inclusive mais eficaz que o tratamento feito com o coagulante *Tanfloc*. Já as outras concentrações apresentaram um aumento na turbidez, apresentando-se como ineficaz.

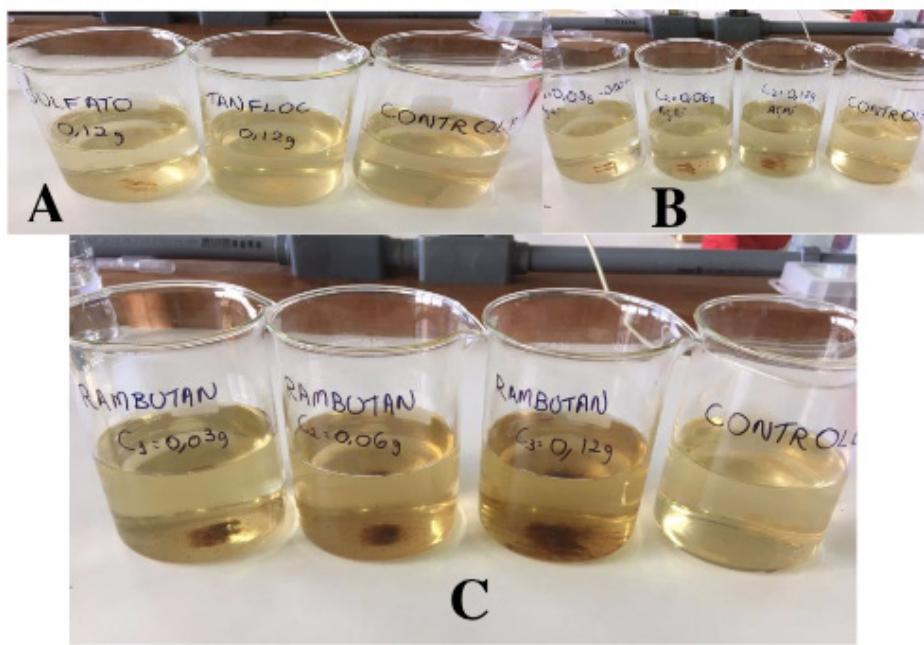


Figura 1 – Tratamentos após sedimentação. A) Coagulantes convencionais (Tanfloc; Sulfato de Alumínio). B) Pó de semente de açaí. C) Pó de casca de rambutan.

Semelhantemente, Lo Monaco et al. (2010) obtiveram valores de turbidez de 5,54; 5,74 e 5,12 UNT, com as concentrações de 0,4; 0,8 e 1,2 g/L de semente de *Moringa oleífera*. LIMA et al. (2015) também obtiveram resultados de turbidez semelhantes com a aplicação de pó de semente de *Moringa oleífera*. Com a quantidade de 0,2g de pó de moringa, foi obtido um valor de turbidez de 2,04 UNT, e com 0,25g foi obtido um valor de 3,29 UNT, confirmando a capacidade coagulante da *Moringa oleífera*.

Já o pH não houve tanta alteração, isso é devido a propriedade que o coagulante apresenta em não alterar o pH fluido aquoso, deixando-o numa faixa neutra. Isso indica a vantagem em relação aos coagulantes químicos como o sulfato de alumínio, que no seu processo de uso o pH precisa ser corrigido, segundo Lo Monaco et al. (2010). O pH não influencia de forma significativa na eficiência de remoção da turbidez.

Segundo Feio (2016), as vantagens da utilização de coagulantes naturais como a semente de açaí e a casca do rambutan é a ampla disponibilidade e baixo custo, além de não contribuir para o aumento da salinidade, como ocorre com a utilização de sais de ferro e alumínio.

4 | CONCLUSÃO

Diante do exposto, foi possível evidenciar a importância do uso de coagulantes naturais como alternativa viável por questões ambientais, já que são biodegradáveis, não-tóxicos, produzem lodo em menor quantidade e menores teores de metais e não aumentam a salinidade quando comparados aos coagulantes químicos, além de questões econômicas no processo de coagulação, visto que as matérias-primas

utilizadas encontram-se abundantemente e de fácil acesso na região em que se realizou o experimento. Mediante aos resultados obtidos, é possível concluir que o pó de açaí teve melhor desempenho na remoção de turbidez, demonstrando potencial favorável para aplicação na indústria de alimentos, em que a utilização de água tratada é imprescindível.

REFERÊNCIAS

- BARRADAS, J. L. D. Tanino - **Uma solução ecologicamente correta: agente floculante biodegradável de origem vegetal no tratamento de água.** Novo Hamburgo: Publicação Técnica, 2004.
- BONGIOVANI M. C., KONRADT-MORAES L. C., BERGAMASCO R., LOURENÇO B. S. S. E TAVARES C. R. G. **Os benefícios da utilização de coagulantes naturais para a obtenção de água potável.** Acta Scientiarum. Technology. Maringá, v. 32, n. 2 p. 167-170, 2010.
- BUDD, G. C., HESS, A. F., SHORNEY-DARBY, H., NEEMANN, J., SPENCER, C. M., BELLAMY, J. D., HARGETTE, P. H. **Coagulation applications for new treatment goals.** Journal of American Water Works.
- CASTRO-SILVA, M. A. et al. **Microorganismos associados ao tratamento de águas de abastecimento com coagulante orgânico vegetal (tanato quaternário de amônio) – I. Microorganismos filamentosos.** Estudos de Biologia. Curitiba, v.26, n. 54, p. 21- 27, Jan./Mar., 2004.
- CAVALCANTI, Leonardo de Almeida. **Efeitos de uma intervenção em escolares do ensino fundamental I, para a promoção de hábitos alimentares saudáveis.** Tese de mestrado, 2009, Brasília.
- CRUZ, J. G. H; MENEZES, J.C.S.S.; RUBIO, J.; SCHENEIDER, I. A.H. **Aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento por coagulação/flocação e adsorção/coagulação/flocação do efluente de uma lavanderia industrial.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005.
- CRUZ, João G. H. **Alternativas para a aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento do efluente de uma lavanderia industrial.** 2004. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- BUTOLO, J.E., 2010. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal.** Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2^a ed, 430 p.
- DA SILVA, T. S. S. **Estudo de tratabilidade físicoquímica com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto.** Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz; Escola Nacional de Saúde Pública, 1999.
- DA SILVA, M. R. A.; OLIVEIRA, M. C.; NOGUEIRA, R. F. P. **Estudo da aplicação do processo foto-fenton solar na degradação de efluentes de indústria de tintas.** Eclética Química, v. 29, p. 19-25. 2004.
- FEIO, Vanessa Farias. **Verificação da Tratabilidade de Água Residuária Oriunda de Beneficiamento do Açaí por Processo Físico-Químico.** Dissertação de Mestrado (Universidade Federal do Pará). Belém, 2016.
- GRAHAM, N.; GANG, F.; FOWLER, G.; WATTS, M. **Characterisation and coagulation performance of a tanninbased cationic polymer: a preliminary assessment.** Colloids and Surface A:

HASSEMER, M. A.N.; SENS, M. L. **Tratamento do efluente de uma indústria têxtil.** Processo físico-químico com ozônio e coagulação/flocação. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n. 2, p. 30-36, 2002.

HUANG, H.; SCHWAB, K.; JACANGELO, J. G. **Pretreatment for low pressure membranes in water treatment: a review.** Environmental Science and Technology 43, p. 3011-3019, 2009.

KAWAMURA, S. **Effectiveness of natural polyelectrolytes in water treatment.** Journal American Water Works Association, v. 83, n. 10, p. 88-91, 1991.

LEIKNES, T. O. **The effect of coupling coagulation and flocculation with membrane filtration in water treatment: a review.** Journal of Environmental Sciences 32 (1), 8 e 12, 2009.

LIMA, N.M.; MARQUES, G.D.; PAIVA, S.C.; MESSIAS, A.S. **Aplicação da Moringa Oleífera em Tratamento de Água com Turbidez.** Dissertação de Mestrado (Universidade Católica de Pernambuco). Recife, 2015.

LO MONACO, P.A.V.; MATOS, A.T.; ANDRADE, I.C. **Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias.**

Rev Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science: v.5, n.3, 2010.

LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Editora Plantarum, Nova Odessa.

PAVANELLI, G.; BERNARDO, L. **Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, flocação e sedimentação de água com turbidez elevada e cor verdadeira baixa.** VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória, 2002.

RICHTER, Carlos A, Água: métodos e tecnologia de tratamento. São Paulo: Edgard Blucher, 2009.

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

Silvana Maria Michelin Bertagnolli

Universidade Franciscana, Santa Maria, RS.

Aline de Oliveira Fogaça

Universidade Franciscana, Santa Maria, RS.

Luana da Silva Portella

Universidade Franciscana, Santa Maria, RS.

RESUMO: O presente trabalho objetivou primeiramente a obtenção de extratos etanólicos de quatro especiarias: alecrim, sálvia, manjericão e orégano; e a caracterização desses extratos em relação ao teor de fenóis totais e a atividade antioxidante. Outro objetivo foi a elaboração de hambúrgueres com adição desses extratos, avaliando a composição centesimal, a oxidação lipídica durante o armazenamento e a qualidade sensorial dos produtos obtidos. Foram elaborados 4 hambúrgueres com extratos e um hambúrguer controle. Foram analisadas a composição centesimal, fenóis totais, atividade antioxidante, índice de peróxidos, análise de TBARS e análise sensorial, os resultados mostram que os extratos dos quatro temperos foram eficazes na inibição da oxidação lipídica, com alta atividade antioxidante.

PALAVRAS-CHAVE: Alecrim; Orégano; Sálvia; Manjericão; Oxidação Lipídica.

ABSTRACT: This study primarily aimed to obtain ethanol extracts of four spices: rosemary,

sage, basil and oregano; and characterization of these extracts with the contents of total phenols and antioxidant activity. Another aimed was to elaborate hamburgers with addition of these statements, assessing the chemical composition, lipid oxidation during storage and the sensory quality of the products obtained. 4 burgers with extracts and a burger control were developed. We analyzed the chemical composition, phenolic compounds, antioxidant activity, peroxide value, TBARS analysis and sensory analysis, the results show that the extracts of the four spices were effective in inhibiting lipid oxidation, with high antioxidant activity.

KEYWORDS: Rosemary; Oregano; Sage; Basil; Lipid oxidation

1 | INTRODUÇÃO

A carne e seus derivados representam uma parte importante da dieta humana e, ainda, são considerados alimentos de alto valor nutricional (PEREIRA; PINHEIRO, 2013), sendo uma fonte ideal de aminoácidos essenciais, e em menor extensão, de alguns minerais (BARBOSA, 2010).

Atualmente, vem se tornando frequente o consumo de produtos cárneos de fácil preparo ou prontos para o consumo tais como

almôndegas, hambúrgueres, empanados, linguiças, mortadelas, salames e outros. Entretanto essas carnes merecem destaque porque estão envolvidas em surtos de toxinfecções alimentares, por possuírem elevada atividade de água, pH favorável e elevado percentual de proteínas, minerais e vitaminas, tornando-as excelentes meios de cultura para o desenvolvimento de patógenos e deteriorantes (BIANCHIN, 2014).

Tendo em vista que o processo oxidativo é o agravante principal da deterioração química, resultando na redução da qualidade nutricional e alterações na cor, sabor, textura e segurança dos alimentos, a análise da ação antioxidante também é de suma importância, pois contribui para a preservação da qualidade desse alimento, bem como para o bem-estar do indivíduo através da ingestão de alimentos ricos em compostos antioxidantes por meio da alimentação (DEHKHARGHANIAN; ADENIER; VIJAYALAKHMI, 2010; HENRIQUE; FERREIRA; DOS REIS NUNES, 2017). Por este motivo é necessária a adição de componentes antioxidantes para prolongar a vida de prateleira de alimentos industrializados.

Os compostos antioxidantes naturais têm sido isolados de diferentes partes de plantas tais como sementes, frutas, folhas e raízes (CARRER; DANIELI; SALGADO, 2006). Estes extratos naturais além da atividade antioxidante também possuem atividade anti-inflamatória, anti-úlcera, anti-carcinogênica e redução do risco de doenças cardiovasculares (HAIDA et al., 2011).

Recentemente, o interesse na adição de aditivos em alimentos derivados de plantas tem aumentado, deste modo, o uso de especiarias e seus óleos essenciais e extratos têm demonstrado possuir propriedades tanto para a preservação da saúde como dos alimentos. O emprego de especiarias como antioxidantes naturais tem se destacado na indústria de alimentos, quer na forma de extratos, quer *in natura* (PEREIRA; PINHEIRO, 2013). Os antioxidantes podem reduzir ou prevenir a oxidação lipídica, apesar de terem a estabilidade reduzida quando expostos a altas temperaturas (HAIYING et al., 2008).

O alecrim, *Rosamarinus officinalis*, é uma planta perene e aromática que pertence à família *Lamiaceae* (RIBEIRO et al., 2012). No processamento de alimentos, o alecrim é uma das especiarias mais utilizadas, demonstrando um ótimo potencial antioxidante o qual pode ser atribuído à presença de compostos como o rosmanol, diterpenos rosmarinidifenol e rosmariquinona (DOSSIÉ ANTIOXIDANTE, 2009). Ela também possui propriedades antimicrobianas que estão relacionadas com a presença de borneol, pinenos, cineol e cânfora (PORTE; GODOY, 2010). Seu óleo essencial é constituído por hidrocarbonetos monoterpênicos, ésteres terpênicos, linalol, verbinol, terpineol, 3-octanona, e acetato de isobornila. A *R. officinalis* tem apresentado importante atividade antimicrobiana sobre fungos e bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (CORDEIRO; PILETTI, 2004).

A Sálvia, *Salvia officinalis*, pertence à família *Lamiaceae*. É utilizada como tempero em alimentos para incrementar o sabor (ANTIOXIDANTES NATURAIS, 2014). As propriedades antioxidantes dos extratos pertencem a diversos compostos,

principalmente fenólicos, diterpenos, triterpenos, ácidos fenólicos e os flavonoides, derivados do ácido cafeico e ácido rosmarínico. Através do uso de Espectroscopia de Ressonância Paragmática (ESR), verificou-se que o principal mecanismo do efeito protetor da *Salvia* é sua capacidade de desativar os radicais livres na fase lipídica (MARIUTTI; BRAGAGNOLO, 2009).

O manjericão, *Ocimum basilicum*, pertence à família *Lamiaceae*, tem apresentado resultados satisfatórios em relação a sua atividade antioxidante, sendo associada aos compostos fenólicos que ele apresenta, principalmente ácido rosmarínico e também ao ácido cafeico (BIANCHIN, 2014).

O orégano, *Origanum vulgare*, pertencente à família *Lamiaceae*, é uma planta perene que cresce na região Mediterrânea e na Ásia, sendo muito cultivado em todo o mundo. Seus componentes possuem ação antioxidante como o timol e carvacrol. Concentrações elevadas de tocoferóis, que possuem propriedades antioxidantes, também são encontradas no extrato; têm sido usadas como estabilizadores da gordura a fim de aumentar o tempo de conservação dos alimentos (SOUZA et al., 2005).

Estes antioxidantes naturais são importantes também na preservação da saúde humana, eles minimizam danos oxidativos principalmente em algumas doenças e a presença de componentes bioativos, caracterizando os alimentos como funcionais (LAGOURI; NISTEROPOULOU, 2009; SILVA et al., 2010).

O estudo de produtos naturais com potencial aplicação em alimentos tem causado cada vez mais interesse devido à necessidade de produzir alimentos processados ao mínimo, com menos aditivos sintéticos, propriedades organolépticas preservadas e extensa vida de prateleira. Nesse contexto, extratos de plantas e especiarias condimentares já utilizados como flavorizantes e com potencial antimicrobiano ganham nova perspectiva de uso sendo suas propriedades importantes para a indústria alimentar, como atividade antioxidante e antimicrobiana; assim quando adicionadas aos alimentos podem substituir o uso de aditivos químicos. A partir do contexto apresentado, a adição de ingredientes funcionais como o Alecrim (*Rosmarinus officinalis*), o Manjericão (*Ocimum basilicum*), a *Salvia* (*Salvia officinalis*), e o Orégano (*Origanum vulgare*) em produtos cárneos altamente consumidos como o hambúrguer, são de extrema relevância para as indústrias devido aos vários benefícios proporcionados por estas fontes naturais de antioxidantes.

Sendo assim, o presente trabalho objetivou primeiramente a obtenção de extratos etanólicos de quatro especiarias: alecrim, sálvia, manjericão e orégano; e a caracterização desses extratos em relação ao teor de fenóis totais e a atividade antioxidante. Numa segunda etapa, este trabalho teve como objetivo a elaboração de hambúrgueres com adição desses extratos, avaliando a composição centesimal, a oxidação lipídica durante o armazenamento e a qualidade sensorial dos produtos obtidos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As especiarias utilizadas foram alecrim (*Rosamarinus officinalis*, Lamiaceae), sálvia (*Salvia officinalis*, Lamiaceae), manjericão (*Ocimum basilicum*, Lamiaceae), e orégano (*Origanum vulgare*, Lamiaceae) obtidas no comércio local em Santa Maria - RS.

Obtenção dos Extratos

Após moídas, 1,5 g da amostra foram extraídas com 45mL de etanol 80% (v/v) em ultrassom durante 30 minutos. As soluções foram filtradas em papel filtro qualitativo os extratos obtidos foram submetidos ao processo de rotaevaporação em evaporador rotativo com temperatura da água do banho a 45°C, para a eliminação do solvente obtido foi armazenado em tubos de ensaio com rosca em freezer para posterior utilização.

Análise dos Extratos

Nos extratos de alecrim, orégano, sálvia e manjericão foram realizadas as análises de fenóis totais segundo Roesler et al. (2007) e a análise da atividade antioxidante, expressa em EC50, determinada pelo método da captura do radical livre DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) conforme descrito por Roesler et al. (2007).

Elaboração dos hambúrgueres

A quantidade de extrato adicionada na massa cárnea para a elaboração dos produtos cárneos foi 10 mL de cada extrato em 300 g de cada tratamento segundo a metodologia de Trindade (2007).

A elaboração dos produtos cárneos bovinos seguiu a metodologia de Terra (1998), as matérias-primas foram obtidas do comércio local de Santa Maria, RS. Os produtos cárneos bovinos elaborados foram hambúrgueres. Esses produtos foram elaborados em triplicata no Laboratório de Técnica Dietética da Universidade Franciscana, Santa Maria, RS.

	Carne (g)	Extrato (mL)	Tempero Pronto* (g)	Farinha (g)	Sal (g)
Controle	300	-	90	2	5
Alecrim	300	10	90	2	5
Manjericão	300	10	90	2	5
Orégano	300	10	90	2	5
Salvia	300	10	90	2	5

Tabela 1- Ingredientes utilizados na elaboração do hambúrguer.

* Ingredientes do tempero pronto: farinha de trigo enriquecida com ferro e ácido fólico, cebola, amido, sal, gordura

vegetal, açúcar, pimenta-do-reino, noz-moscada, realçador de sabor glutamato monossódico, aromatizante, acidulante ácido cítrico e corante caramelo.

Análises realizadas nos hambúrgueres

A composição centesimal dos produtos cárneos foi realizada de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008). Durante o período de armazenamento de 60 dias foram realizadas as análises de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e Índice de Peróxidos nos períodos de 0, 15, 30, 45 e 60 dias.

Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada de acordo com as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), por meio de Teste Afetivo utilizando uma Escala Hedônica de cinco pontos (1 - gostei muito a 5 - não gostei). O teste foi realizado com 44 avaliadores não treinados, escolhidos aleatoriamente, que receberam as amostras codificadas, juntamente com o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e a ficha de avaliação da análise sensorial. Os autores assinaram o Termo de Confidencialidade e o projeto teve aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Franciscana (UFN) sob número 47341115.7.0000.5306.

Análise estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente, aplicando-se análise de variância, teste de variância e teste de Tukey para a comparação múltipla das médias, com nível de significância de 5%, utilizando os programas Excell® e Sasm-Agri (CANTERI et al., 2001).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta o resultado da composição centesimal dos hambúrgueres elaborados. Em relação ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Hambúrgueres, a Instrução Normativa nº20/2000, o produto elaborado deve estar dentro dos limites estabelecidos, os quais são de no máximo 23% de gordura, no mínimo 15% de proteína, e no máximo 3% de carboidratos totais (BRASIL, 2000). As análises físico químicas são de suma importância para a determinação da composição nutricional do alimento, além de auxiliar na determinação dos fatores intrínsecos (como o pH, acidez titulável, teor de umidade) que podem propiciar o crescimento microbiano, alterando a qualidade do alimento (HENRIQUE; FERREIRA; DOS REIS NUNES, 2017). Observa-se que os hambúrgueres elaborados apresentaram um baixo teor de lipídeos e de umidade.

COMPONENTE	QUANTIDADE
UMIDADE	65,2 ± 1,13
PROTEÍNA	18,9 ± 0,19
LIPÍDEOS	7,6 ± 0,10
CARBOIDRATOS	4,48 ± 0,07
CALORIAS	162,0 ± 0,12

Tabela 1 - Composição centesimal do hambúrguer (expressa em g.100g⁻¹) e valor calórico (Kcal.100g⁻¹).

± Desvio Padrão

A tabela 2 apresenta os teores de fenóis totais nos extratos estudados e a atividade antioxidante, expressa em EC50, determinada pelo método de captura do radical DPPH. O extrato de Orégano foi o que apresentou maior teor de fenóis, enquanto que o de Manjericão obteve o menor teor destes compostos, sendo essa diferença estatisticamente diferente. Gonçalves, Santos e Morais (2015) não detectou fenóis totais no extrato aquoso de manjericão provavelmente devido a baixa concentração ou a baixa solubilidade deste composto em água. Este autor trabalhando com extrato etanólico de manjericão obteve resultados semelhantes ao da nossa pesquisa com os menores teores de fenóis totais quando comparado a extratos de outras especiarias. A extração de compostos fenólicos de produtos naturais é fortemente influenciada pelo solvente usado, ou seja, quanto maior sua polaridade, maior a quantidade de compostos fenólicos extraídos. Assim, provavelmente, os resultados do presente estudo pode estar relacionado a baixa concentração ou a baixa solubilidade destes compostos em água (DEL-RÉ; JORGE, 2011; GONÇALVES; SANTOS; MORAIS, 2015).

Em relação à atividade antioxidante, o extrato de manjericão foi o que apresentou menor atividade antioxidante (maior EC50), ressalta-se que este extrato é o que apresenta também menor teor de fenóis totais. Por outro lado, o extrato de Alecrim, que obteve a maior atividade antioxidante nesta análise, não é o extrato com maior teor de fenóis, sugerindo que existe algum constituinte que contribui para ação sequestradora de radicais livres no extrato do Alecrim. Asolini, Tedesco e Carpes (2006) trabalhando com extratos aquosos e etanólicos de plantas como a sálvia e o alecrim, observaram uma atividade antioxidante acima de 84% nestes extratos, sendo que o de alecrim obteve uma atividade antioxidante acima de 97%, comprovando assim a atividade antioxidante desta planta.

Extrato	Fenois totais ($\mu\text{g.mL}^{-1}$)	EC50*
Orégano	165,8 ^a ± 0,3	29,5 ^b
Sálvia	128,8 ^{ab} ± 16,1	20,0 ^a
Manjericão	109,6 ^b ± 9,2	45,8 ^c

Tabela 2 - Fenóis totais (mg.L⁻¹ de ácido gálico) e atividade antioxidante dos extratos.

* método de sequestro do radical DPPH, expresso em EC50.

* Médias seguidas, na mesma coluna, com letras diferentes são diferentes estatisticamente (p< 0,05).

A figura 1 apresenta os teores de peróxidos nos produtos durante o armazenamento por 60 dias. A determinação do índice de peróxidos em produtos de origem animal por oxidimetria tem por objetivo determinar o índice de peróxidos de produtos de origem animal, indicando o grau de oxidação da gordura animal (LANAGRO, 2014). A oxidação da gordura é um processo autocalítico, que na presença de alguns fatores como a temperatura, enzimas, luz e íons metálicos podem influenciar a formação de radicais livres.

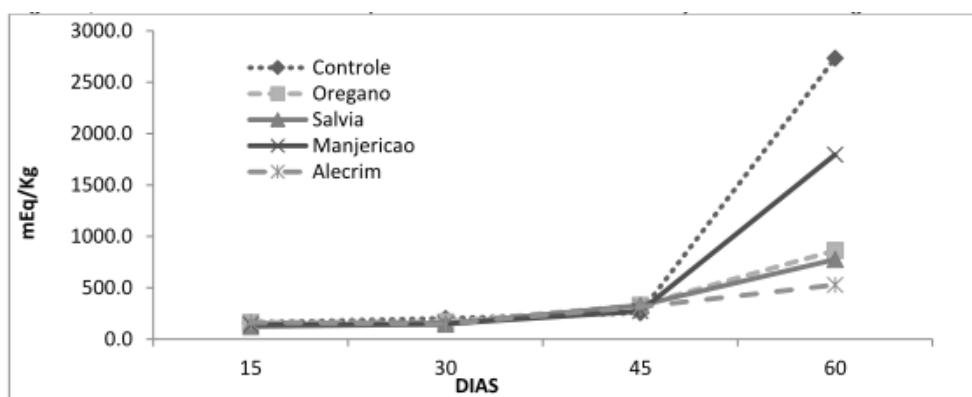


Figura 1 - Índice de Peróxidos em hambúrgueres elaborados com adição de extratos vegetais, durante o armazenamento por 60 dias. Controle – sem adição de extrato vegetal.

Observa-se que no hambúrguer controle ocorreu um aumento mais acentuado dos teores de peróxidos, indicando uma maior oxidação. No hambúrguer controle não havia presença de nenhum componente antioxidante capaz de evitar o processo autocalítico, por isso houve maior formação de hidroperóxido podendo resultar na ocorrência de rancificação da gordura. Já em relação ao hambúrguer que continha o extrato de alecrim, o qual obteve melhores resultados de atividade antioxidante, observou-se menor concentração de índice peróxidos. Os demais extratos, também apresentaram menor formação de hidroperóxidos em relação ao controle. Desta forma, podemos afirmar que os extratos estudados foram eficientes no controle do processo oxidativo, evitando a formação dos radicais livres responsáveis pela oxidação da gordura.

A determinação de TBARS é utilizada como indicador do grau de oxidação lipídica, este valor nos dá a quantidade de malonaldeído (MDA) formado durante o processo oxidativo do alimento, podendo levar a degradação dos ácidos graxos (KIRSCHNIK; MACEDO-VIEGAS, 2009). Os produtos primários desta oxidação constituem-se

principalmente de hidroperóxidos os quais são rapidamente decompostos em outras substâncias como o malonaldeído que sob a condição de aquecimento e presença do ácido 2-tiobarbitúrico reagem formando o complexo cromogênio vermelho, tornando-se um indicador de gordura oxidada.

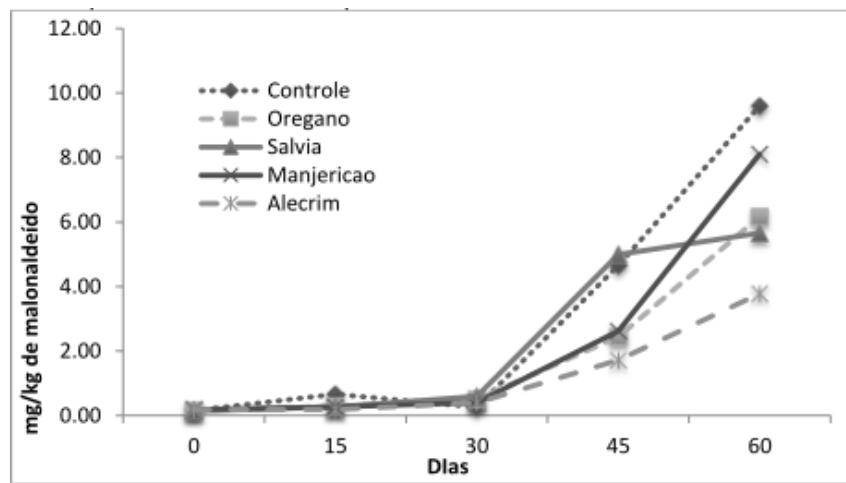


Figura 2 – Análise de TBARS (mg malonaldeído/ Kg amostra) em hambúrgueres adicionados de extratos de especiarias aromáticas no período de 0 a 60 dias.

Na figura 2 podemos observar que os produtos adicionados de extrato de Alecrim, Manjericão, Orégano e Sálvia apresentaram resultados inferiores ao controle, em relação à quantidade de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, ou seja, menores quantidades de malonaldeído foram formadas. Observa-se que durante os 30 primeiros dias a formação de malonaldeído é pequena em todos os tratamentos, não sendo possível notar grandes diferenças. A partir da análise de 45 dias é que começam a aparecer as diferenças, acentuando-se na análise com 60 dias. Dentre os quatro extratos estudados, o de Alecrim se destacou por obter a menor quantidade formada de gordura oxidada no período significativo de 30-60 dias. Já no hambúrguer controle, o qual não continha extrato de nenhuma das plantas, notou-se uma oxidação lipídica em maior grau, e maior quantidade de malonaldeído formado a partir de 30 dias de análise. Os resultados mostram que os extratos foram eficientes no controle da oxidação lipídica. Mariutti e Bragagnolo (2009) obtiveram um controle eficaz da oxidação lipídica com adição de 0,05 % de sálvia em hambúrgueres de carne suína.

	Cor	Odor	Sabor	Textura
Controle	2,0 ^{ns} ± 1,05	2,1 ^{ns} ± 0,84	2,2 ^{ns} ± 1,16	2,0 ^{ns} ± 1,12
Alecrim	1,8 ^{ns} ± 0,99	2,2 ^{ns} ± 0,89	2,4 ^{ns} ± 1,39	2,0 ^{ns} ± 1,03
Orégano	1,8 ^{ns} ± 0,87	1,9 ^{ns} ± 0,78	2,0 ^{ns} ± 1,06	1,8 ^{ns} ± 0,74
Sálvia	1,9 ^{ns} ± 0,94	2,2 ^{ns} ± 0,82	2,5 ^{ns} ± 1,27	2,2 ^{ns} ± 1,18
Manjericão	1,7 ^{ns} ± 0,73	2,0 ^{ns} ± 0,75	2,0 ^{ns} ± 1,03	2,0 ^{ns} ± 0,89

Tabela 3- Análise sensorial dos hambúrgueres com diferentes extratos.

^{ns} : diferença estatística não significativa ± desvio padrão. Média 44 avaliadores.

A Tabela 3 apresenta o resultado da análise sensorial dos hambúrgueres elaborados, os atributos avaliados são aqueles preconizados pela Instrução Normativa nº20 de 2000 (BRASIL, 2000). A análise estatística não apresentou diferença entre os hambúrgueres avaliados, para nenhum atributo. Corroborando com Leão et al. (2017) de que antioxidantes naturais podem ser incorporados na carne e seus subprodutos diretamente, entretanto, eles devem ser utilizados sem comprometer suas propriedades sensoriais.

Entretanto é interessante ressaltar alguns pontos. Em relação ao atributo cor, um dos primeiros parâmetros a ser observado pelos avaliadores, observa-se que a adição de extratos de plantas não interfere no produto final, apesar dos extratos apresentarem cor verde. O atributo cor apresenta as melhores avaliações, indicando que a aparência dos hambúrgueres estava de acordo com o esperado para esse tipo de produto. Apesar de não apresentar diferença estatística no atributo odor, observa-se que os hambúrgueres com extrato de alecrim e sálvia apresentaram as melhores avaliações, provavelmente devido ao forte aroma desses temperos.

No que se refere ao sabor, os hambúrgueres adicionados de extrato de orégano e manjericão obtiveram a melhor avaliação, demonstrando maior aceitação dos avaliadores, o que os torna um produto industrializado aceitável pelo comércio. Sendo que o hambúrguer adicionado de sálvia teve menor aceitação pelos provadores.

Em relação ao atributo textura, o hambúrguer de orégano teve melhor aceitação quando comparados aos outros hambúrgueres.

4 | CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no presente experimento, o extrato de orégano apresentou o maior teor de compostos fenólicos e o extrato de alecrim apresentou a maior atividade antioxidante e o hambúrguer que continha este extrato obteve a menor concentração de índice peróxidos, bem como a menor quantidade formada de gordura oxidada. Demonstrando que os extratos estudados foram eficientes no controle do processo oxidativo, evitando a formação dos radicais livres e no controle da oxidação lipídica. Na análise sensorial os hambúrgueres não apresentaram diferença estatística entre o controle e os extratos das especiarias adicionados.

REFERÊNCIAS

ANTIOXIDANTES NATURAIS: Vegetais, Frutas, Ervas, Espaciarias e Chás. Aditivos & Ingredientes. Disponível em: http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/129.pdf Data de Acesso: 15/04/2015

ASOLINI, F. C.; TEDESCO, A. M.; CARPES, S. T.; Atividade Antioxidante e Antibacteriana dos Compostos Fenólicos dos Extratos de Plantas Usadas como Chás. **Brazilian Journal of Food**

BARBOSA, L. N. **Propriedade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas condimentares com potencial de uso como conservante em carne e hambúrguer bovino e testes de aceitação.** Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências, Universidade Estadual de São Paulo. 2010. 123p.

BIANCHIN, M. **Atividade antioxidant de ervas aromáticas e pólen apícola e seus efeitos durante armazenamento de patê de frango.** Trabalho de conclusão de curso de química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco- PR. 2014. 77p

BRASIL, Instrução Normativa n° 20, **Ministério da Agricultura e do Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária**, 2000. Regulamento técnico de identidade e qualidade de hambúrguer.

CANTERI, M. G.; ALTHAUS, R. A.; VIRGENS FILHO, J. S.; GIGLIOTTI, E. A. SASM-Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n.2, p.18-24. 2001.

CARRER, J. C.; DANIELI, F.; SALGADO, J. M.; Avaliação sensorial de maionese tradicional e maionese enriquecida com ervas aromáticas. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, p. 731-734, 2006.

CORDEIRO, T. S.; PILETTI, R.; **Avaliação da atividade antimicrobiana dos óleos essências de Alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e Sálvia (*Salvia officinalis*) para aplicação em alimentos.** Trabalho de conclusão de estágio, Curso de Tecnologia em Alimentos, Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2004.

DEKKHARGHANIAN, M.; ADENIER, H.; VIJAYALAKHMI, M. A. Study of flavonoids in aqueous spinach extract using positive electrospray ionization tandem quadrupole mass spectrometry. **Food Chemistry**, Easton, v. 121, n.3, p. 863-870, 2010.

DEL-RÉ, P. V.; JORGE, N. Antioxidant potential of oregano (*Oreganum vulgare* L.), basil (*Ocimum basilicum* L.) and thyme (*Thymus vulgaris* L.): application of oleoresins in vegetable oil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 4, p. 955-959, 2011.

DOSSIÊ ANTIOXIDANTES. Food Ingredients, n. 6, 2009. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00217-007-0726-5>

GONÇALVES, J. H. T.; SANTOS, A. S.; MORAIS, H. A. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE, COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS E TRIAGEM FITOQUÍMICA DE ERVAS CONDIMENTARES DESIDRATADAS DOI: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd. v13i1. 2003>. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 13, n. 1, p. 486-497, 2015.

HAIDA, K. S.; BARON, A.; HAIDA, K. S.; FACI, D.; HAAS, J.; SILVA, S. J.; Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de duas variedades de goiaba e arruda. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, n. 28, p. 11-19, 2011.

HAIYING, T.; WANG, A.; SALLEY, S. O.; SIMON NG, K. Y.; **The effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of biodiesel.** Journal of the American Oil Chemist's Society, v.85, n.4, p. 373-82, 2008.

HENRIQUE, V. A.; FERREIRA, L. P.; DOS REIS NUNES, C. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA E ANTIOXIDANTE DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) ORGÂNICO. **REINPEC-Revista Interdisciplinar Pensamento Científico**, v. 3, n. 2, 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 1. ed. digital. São Paulo, 2008. 1020 p. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/index.php?option=com_

KIRSCHNIK, P. G.; MACEDO-VIEGAS, E. M. Efeito da lavagem e da adição de aditivos sobre a estabilidade de carne mecanicamente separada de tilápia do Nilo (*Oreochromisniloticus*) durante estocagem a -18 °C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29; p. 200-206, 2009.

LAGOURI, V.; NISTEROPOULOU, E. Antioxidant properties of *O. onites*, *T. vulguris* and *O. basilicum* species grown in Greece and their total phenol and rosmarinic acid content. **Journal of Food Lipids**, v. 16, n. 2, p. 484-98, 2009.

LANAGRO, S.; Determinação do índice de peróxidos em produtos de origem animal por oxidimetria. **Laboratório Nacional Agropecuário**, p. 1-10, 2014.

LEÃO, L. L., OLIVEIRA, F. S., SOUZA, R. S., FARIAS, P. K. S., DA FONSECA, F. S. A., MARTINS, E. R., DE SOUZA, R. M. Uso de antioxidantes naturais em carnes e seus subprodutos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 94-100, 2017.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N.; A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, p. 1-11, 2009.

PEREIRA, D.; PINHEIRO, R. S. Elaboração de hambúrgueres com antioxidantes naturais oriundos de extratos etanólicos de Alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.). **Trabalho de conclusão de curso de química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco- PR**. 2013. 47p.

PORTE, A.; GODOY, R. L. O. Alecrim (*Rosmarinus Officinalis* L.): propriedades antimicrobiana e química do óleo essencial. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. Curitiba, v. 19, n.2, p. 193-210, 2010.

RIBEIRO, D. S.; MELO, D. B.; GUIMARÃES, A. G.; VELOZO, E. S.; Avaliação do óleo essencial de alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.) como modulador da resistência bacteriana. **Seminário: Ciências Agrárias**, v.33, p. 687-696. 2012.

ROESLER R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.;

PASTORE, G. M. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciências Tecnológicas de Alimentos**, Campinas, v.27,n.1,p.53-60, 2007.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B.; Compostos fenólicos, carotenoides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências agrárias, Londrina**, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010.

SOUZA, E.L.; STAMFORD, T.L.M.; LIMA, E.O.; TROJANO, V.N.; FILHO, J.M.B. Orégano (*Origanumvulgare*L., *Lamiaceae*): uma especiaria como potencial fonte de compostos antimicrobianos. **Higiene Alimentar** , v. 19, n.132, p.40-45, 2005.

TERRA, N. N. **Apontamentos sobre tecnologia de carnes**. Editora Unisinos, 1998.

TRINDADE, R. A. **Influência de antioxidantes naturais sobre o perfil lipídico de hambúrgueres bovinos submetidos a irradiação por aceleradores de elétrons**. Dissertação de Mestrado,Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares. São Paulo, 2007.

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

Patrícia Aparecida Testa

Programa de Pós-Graduação – Doutorado em Biotecnologia e Biodiversidade Rede Pró-Centro-Oeste - UFMT
Cuiabá - MT

Dayane Sandri Stellato

Faculdade de Tecnologia do SENAI Cuiabá – Departamento de Alimentos
Cuiabá - MT

Krishna Rodrigues de Rosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *campus* avançado de Guarantã do Norte
Guarantã do Norte - MT

Márcia Helena Scabora

Faculdade de Tecnologia do SENAI Cuiabá – Departamento de Alimentos
Cuiabá - MT

Xisto Rodrigues de Souza

Programa de Pós-graduação – mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *campus* Bela Vista
Cuiabá - MT

reestruturado tipo hambúrguer de peito de peru com adição de farinha de aveia. A formulação a base de peito de peru e farelo de aveia (17%), atingiu características sensoriais satisfatórias e como preconiza a legislação o produto ficou enriquecido com fibras alimentares. A pesquisa de mercado seguiu em questionário simples, apenas com a intenção de compra e apontou 93% de intenção de compra do novo produto. A análise sensorial para teste de aceitação realizada com provadores não-treinados e escala hedônica estruturada de sete pontos, apontou que mais de 87% dos provadores gostaram muito/ muitíssimo ou regular do novo produto, apenas informando excesso de tempero; demonstrando que com pequenos ajustes o mesmo apresentou-se um produto com alto grau de aceitabilidade; sendo uma alternativa saudável para os consumidores de *fast-food*.

PALAVRAS-CHAVE: Fibra alimentar, Saudabilidade, Novo Produto.

ABSTRACT: The search for healthy habits is causing the industries to look for alternatives in the reduction of this compound, using new ingredients in the formulation of practical foods and fast preparation. Therefore, the objective of this work was to develop and evaluate the acceptance of a turkey breast burger restructured meat product with the addition

RESUMO: A busca por hábitos saudáveis está fazendo com que as indústrias busquem alternativas na diminuição deste composto, utilizando novos ingredientes na formulação de alimentos práticos e de rápido preparo. Portanto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar a aceitação de um produto cárneo

of oatmeal. The formulation based on turkey breast and oat bran (17%), achieved satisfactory sensorial characteristics and as recommended by legislation the product was enriched with dietary fiber. The market research followed in a simple questionnaire, only with the intent to purchase and pointed out 93% of intention to purchase the new product. The sensory analysis for acceptance testing performed with untrained tasters and a structured seven-point hedonic scale showed that more than 87% of the tasters liked the new product very much or very much, only reporting excess seasoning; demonstrating that with small adjustments the same one presented a product with a high degree of acceptability; being a healthy alternative for fast-food consumers.

KEYWORDS: Food Fiber, Saudability, New Product.

1 | INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos nutritivos e seguros vem crescendo mundialmente, cerca de 20% ao ano, e a ingestão de alimentos balanceados é a maneira correta de evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde (GUTKOSKI et al., 2007; BARBOSA, 2003). Diante disso, as indústrias procuram cada vez mais desenvolverem alimentos com qualidade nutricional e praticidade que satisfaça as necessidades dos consumidores, surgindo diversos alimentos diferenciados, com substituição ou adição de diferentes componentes. Assim surgiram os alimentos ricos em fibras, com adição de compostos que aumentam sua concentração inicial, especialmente o uso da aveia em diferentes produtos alimentícios.

A aveia é uma gramínea, família de plantas caracterizadas pelo caule esguio que termina em pontas ramificadas que contém as flores, das quais se desenvolvem as sementes; adapta-se melhor em climas frios e úmidos é indicado no controle do colesterol sérico em indivíduos hipercolesterolêmicos e na diminuição da absorção de glicose em pacientes diabéticos, reduzindo com isto o risco de doenças cardiovasculares e também de tumores do cólon (BITTENCOURT, 2007; GUTKOSKI & PEDÓ, 2000).

Além dos efeitos sobre o colesterol, o consumo de aveia pode diminuir a absorção de glicose, o que é benéfico para diabéticos e pode estimular funções imunológicas, tanto *in vitro* quanto *in vivo*. Tais fatos caracterizam a aveia e seus produtos como alimentos funcionais. Sendo assim, estudos mostram que a adição deste cereal em diversos alimentos, sejam estes de origem vegetal ou animal podem contribuir como um atrativo maior aos produtos processados. Neste aspecto os hambúrgueres demonstram-se uma alternativa viável para o enriquecimento com fibras vegetais (SÁ et al., 2000).

Entende-se por hambúrguer, o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado. Trata-se de produto cru, semi-frito, cozido, frito, congelado ou resfriado (BRASIL, 2000).

Atualmente, o hambúrguer é uma alternativa para o aproveitamento das carnes

por ser um produto cárneo versátil, fácil de preparar e com custo relativamente baixo, o que o torna um derivado de carne altamente consumido. Assim, para profissionais da área de alimentos é um assunto de interesse que fornecerá subsídios para o desenvolvimento de novos produtos, conhecimento de inovações tecnológicas e caracterização de linhas processadoras de hambúrgueres (COSTA, 2004; MICHELS, 2006).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo desenvolver e avaliar a aceitação de um produto cárneo reestruturado tipo hambúrguer de peito de peru com adição de farinha de aveia.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no centro de tecnologia de uma agroindústria localizada na região da cidade de Videira, SC.

As matérias-primas de origem animal utilizadas para elaboração do hambúrguer foram: peito de peru e gordura de ave, cedidas pela agroindústria aonde se realizou os testes experimentais; os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local.

Seguindo a legislação vigente, a literatura e a informação nutricional do farelo de aveia na condução da formulação do hambúrguer com adição de farelo de aveia, chegou-se a um valor de 16,67% de adição de farelo de aveia a massa cárnea (carne + gordura). Esse valor percentual, corresponde a necessidade dos mesmos atingirem 3g de fibra alimentar por peça para configuração de alimento funcional.

Baseado no cálculo realizado pelo Software de Nutrição - Dietwin Rótulo de Alimentos (versão 1.5.11), o valor a ser obtido na análise seria de aproximadamente 3,2g para a porção de 80g do produto elaborado.

A formulação e quantidades dos ingredientes são apresentados na Tabela 1.

*MPs / Ingredientes (%)	**F %
Peito de peru	45,84
Gordura de ave	6,11
Água	23,88
Farelo de aveia	17,00
Proteína isolada soja	1,91
Ricota	1,91
Tomate seco	0,92
Sal hipossódico	1,15
Glutamato monossódico	0,08
Extrato de alecrim	0,04
Tripolifostato de sódio	0,46
Condimento produtos cárneos	0,65
Eervas finas desidratadas	0,06

Tabela 1- Quantidade de ingredientes utilizadas na formulação do hambúrguer.

A carne de peito de peru e a gordura congelada à -12°C foram passadas por um quebrador de blocos seguido de moedor, onde foram picadas em disco de 3 mm de diâmetro, separadamente.

Pesou-se o equivalente de ingredientes secos para cada formulação; efetuou-se a mistura prévia dos mesmos e posteriormente se adicionou a proporção de água a temperatura ambiente conforme necessidade para hidratação do farelo de aveia.

O farelo de aveia com os demais ingredientes secos já hidratados foram misturados à matéria-prima cárnea de forma manual até completa incorporação e homogeneização da massa. Por último, devido suas características físicas, se adicionou a ricota previamente cortada em cubos (7mm).

Após, foram pesadas porções de aproximadamente 120g, moldadas em placa de bronze específica com diâmetro de 116mm. Passaram-se os hambúrgueres pelo giro freezer a temperatura de -25°C, onde permaneceram por aproximadamente 20min, tempo para as mesmas atingirem no mínimo -12°C; posteriormente embalou-se e armazenou-se as peças a temperatura de -16°C, para depois seguirem para análise sensorial.

O teste de aceitação global foi realizado em cabines fechadas com trinta provadores não-treinados; utilizando-se escala hedônica estruturada de sete pontos, onde a formulação foi submetida à análise sensorial, com intuito de observar a aceitabilidade do consumidor frente ao novo produto.

As amostras foram preparadas em chapa aquecedora e servidas aos provadores na temperatura aproximada de 60°C juntamente com um copo de água. Utilizando-se a tabela de números aleatórios, de acordo com Teixeira *et al.* (1987) onde cada provador recebeu uma ficha de registro de avaliação sensorial. Solicitou-se que cada provador atribuísse uma nota de 1 a 7, obedecendo a escala (1 = desgostei muitíssimo, 2 = desgostei muito, 3 = desgostei regularmente, 4 = nem gostei nem desgostei, 5 = gostei regularmente, 6 = gostei muito, 7 = gostei muitíssimo). Para intenção de compra foi questionado se comprariam ou não comprariam o produto (1 = compraria; 2 = não compraria).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 30 provadores que participaram na avaliação sensorial, 87% apresentaram faixa etária igual ou menor a 25 anos, 7% de 26 a 35 anos, 3% de 36 a 45 anos e 3% de 46 a 50 anos, apontando que a maioria dos provadores faziam parte do quadro de acadêmicos.

Quanto à aceitabilidade, no caso do grau de gostar e desgostar do produto elaborado, 33% dos provadores gostaram regularmente, 27% gostaram muito /

multíssimo, 7% desgostaram regularmente, 3% não gostaram nem desgostaram muito e nenhum dos provadores desgostou multíssimo, conforme expresso no Gráfico 1. Tais resultados são considerados extremamente satisfatórios, na medida em que os participantes da avaliação sensorial foram na maioria jovens, consumidores de *fast-food* e sanduíches em que o hambúrguer é ingrediente fundamental. Um comentário apontado por alguns provadores ressaltou “excesso de tempero”, problema este que pode ser facilmente resolvido pela dosagem dos condimentos e ervas finas.

Em relação à intenção de compra, 93% dos provadores afirmaram que comprariam o hambúrguer elaborado e apenas 7% não comprariam, conforme Gráfico 2.



Gráfico 1 - Intenção de compra.



Gráfico 2 - Aceitação do hambúrguer.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que o produto cárneo adicionado de farinha de aveia apresentou-se um produto com alto grau de aceitabilidade; sendo uma alternativa saudável para os consumidores de *fast-food*.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, W. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 25, n. 2, p. 341-344, 2003.

BITENCOURT, B. **Aveia: Descobrindo suas Propriedades.** Departamento de Nutrociência Assessoria em Nutrologia. Universidade de São Paulo – USP, 2007. Disponível em: <<http://www.nutrociencia.com.br>>. Acesso em: 21 nov. 2015.

BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Instrução Normativa n. 20, de 31 de julho de 2000. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Hambúrguer.** Brasília, D.O.U., 03/08/2000, Seção 1, págs. 7 a 12.

COSTA, L. O. **Processamento e Diminuição do Reprocesso do Hambúrguer Bovino (HBV).** 2004. 127f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

GUTKOSKI, L. C.; PEDÓ, I. **AVEIA - Composição Química, Valor Nutricional e Processamento.** São Paulo: Varela, 2000. 191 p.

GUTKOSKI, L. C.; IANISKI, F.; DAMO, T. V.; PEDÓ, I. **Biscoitos de Aveia Tipo Cookie Enriquecidos com Concentrado de β -glicanas.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 10, n. 2, p. 104-110, abr./jun. 2007.

MICHELS, I.; AMSON, G. V.; VAZ, S. K. **Determinação da Perda de Peso e Encolhimento de Hambúrgueres Bovinos.** Higiene Alimentar, São Paulo, v. 20, n. 144, p.72-77, set., 2006.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis, Editora: UFSC, 1987. 180p.

SÁ, R. M. de; FRANCISCO, A. de; OGLIARI, P. J.; BERTOLDI, F. C. **Variação no Conteúdo de Beta-Glucanas em Cultivares Brasileiros de Aveia.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 20, n. 1, p. 99-102, 2000.

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

Alexandre da Silva Lúcio

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos
- Paraíba

Mércia Melo de Almeida Mota

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos
– Paraíba

Ângela Maria Santiago

Universidade Estadual da Paraíba - Departamento
de Química – Paraíba

Deyzi Santos Gouveia

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos
– Paraíba

Rebeca de Lima Dantas

Universidade Federal de Campina Grande,
Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos
– Paraíba

da fermentação. Desta forma, este trabalho teve como objetivo elaborar e caracterizar a aguardente a base de caldo de cana e cajá. Fez-se a caracterização físico-química (pH, acidez, densidade e sólidos solúveis) do caldo de cana e da polpa de cajá e realizou-se o estudo do acompanhamento cinético da fermentação na produção da aguardente mista, utilizando um planejamento fatorial 2² mais três pontos centrais para avaliar a influência das variáveis independentes (% polpa e Brix) sobre as variáveis dependentes (% Conversão e produtividade). Por fim, procedeu-se a caracterização da aguardente mista confrontando com a legislação vigente acerca de bebidas. A aguardente mista de caldo de cana e cajá apresentou características compatíveis com a matéria-prima utilizada, com uma graduação alcóolica de 45°GL dentro das especificações da legislação vigente.

PALAVRAS-CHAVE: aguardente, cana-de-açúcar, *Spondias*.

ABSTRACT: The aguardente/cachaça is the most consumed alcoholic beverage in Brazil. Sugar cane is generally used for the production of sugar, alcohol, rum, rum and for silage in animal feed. Cajá is a tropical fruit that has characteristics of color, texture, aroma and nutritional properties. The production of brandy from the cane juice blend supplemented with

RESUMO: A aguardente/cachaça é a bebida alcoólica mais consumida no Brasil. A cana-de-açúcar é geralmente utilizada para a produção de açúcar, álcool, cachaça, rum e para silagem na alimentação animal. O cajá (*Spondias mombin* L.) é um fruto tropical que apresenta características de cor, textura, aroma e propriedades nutricionais. A produção de aguardente a partir da mistura de caldo de cana suplementada com polpa de cajá irá reunir o sabor ácido do cajá ao aroma resultante

cashew pulp will bring the acid flavor of the cashew to the flavor resulting from the fermentation. In this way, this work aims to elaborate and characterize the brandy based on cane juice and cajá. The physicochemical characterization (pH, acidity, density and soluble solids) of the sugarcane juice and the pulp of cajá was carried out and the kinetic monitoring of the fermentation in the production of the mixed spirit through factorial design 2² was evaluated. influence of the input variables (% pulp and Brix) on the response variables (% Conversion and productivity). Finally, the characterization of mixed brandy was confronted with the current legislation on beverages. The mixed brandy of cane juice and cajá presented characteristics compatible with the raw material used, with an alcoholic graduation of 45 ° GL within the specifications of the current legislation.

KEYWORDS: Brandy, cane sugar, Spondias.

1 | INTRODUÇÃO

A aguardente/cachaça é a bebida destilada mais consumida pelos brasileiros (8,0 L/habitante/ano) e a 3^a em consumo mundial. A quantidade estimada de produção de aguardente no país ainda é da ordem de 1,5 bilhão de litros por ano, sendo que a exportação equivale a menos de 1% deste total (VENTURINI FILHO, 2010).

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum L*) é um dos principais produtos agrícolas do Brasil. Segundo a CONAB (2018), no boletim de dezembro de 2018, a produção de cana-de-açúcar estimada para a safra 2018/19 é de 615,84 milhões de toneladas com a área colhida está estimada em 8,63 milhões de hectares.

A cajazeira é encontrada principalmente nas regiões Norte e Nordeste, onde seus frutos, conhecidos como taperebá, cajámirim, cajá e cajá verdadeiro, são utilizados na confecção de polpas, sucos, picolés, sorvetes, néctares e geléias de excelente qualidade e valores nutritivo e comercial (EMBRAPA, 2009).

No início do pico da produção ocorre uma grande perda, o que também pode ser atribuído, em parte, ao excesso de oferta, ao avanço da maturação e ausência de infraestrutura adequada de colheita e pós-colheita para os frutos (CONAB, 2017). Várias técnicas têm sido desenvolvidas e utilizadas a fim de aumentar a vida pós-colheita desses frutos, assim como para permitir o seu aproveitamento integral. Dentre essas técnicas, destaca-se a fermentação, como uma alternativa bastante viável para o aproveitamento de frutos, a elaboração de novos produtos e agregação de valor (SILVA et al., 2007; ASQUIERI et al., 2008).

Por meio de destilação dos fermentados de frutas se obtêm as aguardentes de frutas sendo necessária à adaptação do processo de produção de acordo com a matéria-prima utilizada. O Decreto nº 2314 define aguardente de frutas ou brandy de frutas como a bebida de graduação alcoólica de 36 a 54 °GL, a 20 °C, obtida de destilado alcoólico simples de fruta, ou pela destilação de mosto fermentado de fruta (BRASIL, 1997).

Algumas pesquisas são citadas na literatura, como aguardente de manga (ALVARENGA; MAIA; OLIVEIRA, 2006), de mexerica (MUNHOZ et al., 2006), de jabuticaba (ASQUIERI et al. 2009), de algaroba (SILVA, et al., 2014) e de abacaxi (PARENTE et al., 2014).

As aguardentes de frutas, de acordo com o Decreto nº 2314 (BRASIL, 1997) e Aquarone et al. (2001), podem apresentar denominações diferenciadas como a aguardente de cereja, chamada de kirsch ou cherry brandy; a aguardente de ameixa, como slivowicz ou mirabella; a aguardente de pêra, como pear brandy; a aguardente de pêssego, como peach brandy; e a aguardente de maçã, como apple brandy.

A produção de aguardente a partir da mistura de caldo de cana suplementada com polpa de cajá irá reunir o sabor ácido do cajá ao aroma resultante da fermentação dos açúcares. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar a aguardente mista de caldo de cana e cajá e comparar aos padrões especificados na legislação brasileira para aguardente de frutas.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Engenharia Bioquímica da UFCG - Universidade Federal de Campina Grande/ Campus de Campina Grande.

2.2 Matéria-prima

As matérias-primas utilizadas nessa pesquisa foram o caldo da cana-de-açúcar e a polpa de cajá (*Spondias mombin* L.).

2.3 Microrganismo

O microrganismo utilizado na fermentação alcoólica foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico comercial) liofilizada.

2.4 Aquisição e caracterização da matéria prima

O caldo da cana-de-açúcar foi adquirido no comércio local da cidade de Campina Grande/PB, transportado em garrafas PET até o Laboratório de Engenharia Bioquímica da UAEALI/CTRN/UFCG/Campus Campina Grande-PB e a polpa de cajá foi comprada em uma agroindústria local da mesma cidade, transportada em recipientes a baixa temperatura (-18°C) e conduzidos para o mesmo laboratório.

A caracterização físico-química da polpa de cajá e do caldo de cana foi realizada no Laboratório de Engenharia Bioquímica da UAEALI/CTRN/UFCG de Campina Grande-PB, onde foram realizadas as seguintes análises: teor de umidade, cinzas, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez total titulável e pH, seguindo as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

2.5 Processo fermentativo

Foi realizado um planejamento fatorial 2^2 com três repetições no ponto central, para avaliar a influência das variáveis independentes (% de Polpa de cajá e °Brix) sobre as variáveis dependentes (%Conversão e Produtividade) conforme a Tabela 1, que consta dos valores codificados e reais das variáveis independentes.

Experimentos	% polpa	° brix
1	-1 (15)	-1 (12)
2	+1 (25)	-1 (12)
3	-1 (15)	+1 (14)
4	+1 (25)	+1 (14)
5	0 (20)	0 (20)
6	0 (20)	0 (20)
7	0 (20)	0 (20)

Tabela 1 – Matriz de planejamento experimental fatorial $2^2 + 3$

Foram feitos cálculos para obtenção do mosto de acordo com os valores especificados no planejamento fatorial, Tabela 1, todos os cálculos foram feitos pelo princípio da diluição e o volume final foi considerado de 300 mL. A concentração da levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) foi de 20 g/L. O processo fermentativo foi conduzido em biorreatores de vidro à temperatura ambiente de $25 \pm 2^\circ\text{C}$. Durante o processo fermentativo foram monitorados as seguintes variáveis: concentração de etanol, sólidos solúveis totais (°Brix) e pH, até que o °Brix se estabilizasse.

A partir desse estudo do planejamento fatorial foi escolhido o experimento que apresentou a melhor condição para a produção da aguardente, em termos de maior rendimento e menores gastos de matéria-prima. Fazendo-se em seguida a destilação do fermentado.

2.6 Destilação do fermentado

A destilação foi realizada em um alambique de cobre com capacidade de 20 litros, previamente limpo com uma solução ácida a base de limão com a finalidade de evitar a oxidação do cobre e consequentemente a contaminação do destilado. Foram destilados 10 litros do fermentado da mistura de caldo de cana e cajá, obtendo-se as frações de cabeça (10%), coração (aguardente) (80%) e cauda (10%).

2.7 Análises físico-químicas da aguardente

Para avaliar a qualidade da aguardente da mistura foram realizadas análises físico-químicas, de acordo com os Métodos Oficiais de Análises para Destilados Alcoólicos, Retificados e Alcoólicos por Mistura, segundo o Decreto 2314, de 04/09/1997. Artigo 91 (Brasil, 1997):

Teor alcoólico: As concentrações de etanol nos destilados foram determinadas por densimetria, utilizando-se o alcoômetro de Gay Lussac, corrigindo os resultados da leitura a 20°C.

Acidez titulável: A acidez total foi obtida por titulação seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

Densidade Relativa: A densidade relativa foi obtida com uso de picnômetros seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolf Lutz (IAL, 2008).

Sólidos Solúveis totais (°Brix): O teor de sólidos solúveis totais foi medido em refratômetro modelo Abbe.

Determinação do pH: A determinação do pH foi realizada com pHmetro calibrado e amostra mantida à temperatura ambiente.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da matéria prima

Na Tabela 2 pode-se observar os valores médios e os desvios padrão para as análises de acidez, pH, sólidos solúveis totais (°Brix) e densidade do caldo de cana e da polpa de cajá.

	pH -	Acidez (% de acidez)	Sólidos solúveis totais (°Brix)	Densidade (g/cm ³)
Caldo de cana	5,23 ± 0,01	0,15 ± 0,02	22,17 ± 0,00	1,04 ± 0,00
Polpa de cajá	2,59 ± 0,01	1,32 ± 0,02	6,57 ± 0,06	0,98 ± 0,00

Tabela 2 – Valores médios e desvio padrão das análises realizadas

PRATI e CAMARGO (2008) obtiveram um valor médio de 5,46 para o pH do caldo de cana, valor bem próximo do obtido nas análises. Os valores dos sólidos solúveis totais e acidez encontram-se próximo ao obtido por Theodorovski et al. (2014) que foram de 20,10 e 0,14, respectivamente.

A Instrução Normativa N° 01, de 7 de janeiro de 2000 estabelece padrões de identidade e qualidade para polpas, para a polpa de cajá recomenda valores mínimos ou igual a 2,2 para o pH, 0,90 para acidez e de 9 para sólidos solúveis totais. Observa-se que apenas o valor de °Brix ficou abaixo do exigido, essa diferença pode ser devido ao estádio de maturação dos frutos utilizados na obtenção da polpa, bem como também a lavagem realizada nestes durante a etapa de preparo.

3.2 Planejamento experimental

A Tabela 3 apresenta a matriz do planejamento experimental e as duas variáveis dependentes analisadas no processo fermentativo.

Experimentos	% polpa	°Brix	% Conversão	Produtividade
1	-1	-1	94,59	0,53
2	+1	-1	94,59	0,64
3	-1	+1	91,73	0,68
4	+1	+1	97,85	0,80
5	0	0	94,35	0,68
6	0	0	94,35	0,68
7	0	0	94,65	0,67

Tabela 3 – Valores de % Conversão e Produtividade

Os resultados obtidos no processo fermentativo foram analisados estatisticamente por meio do programa estatístico *software Statistica 7*, o qual pode-se observar a influência das variáveis independentes (% de polpa de cajá e °Brix) e a interação entre elas sobre as variáveis dependentes (% Conversão e Produtividade) a um nível de 95% de confiança.

A Figura 1 corresponde ao diagrama de Pareto o qual representa os efeitos estimados, em ordem decrescente de magnitude, da variável dependente e sua interação da resposta linearizada do percentual de Conversão.

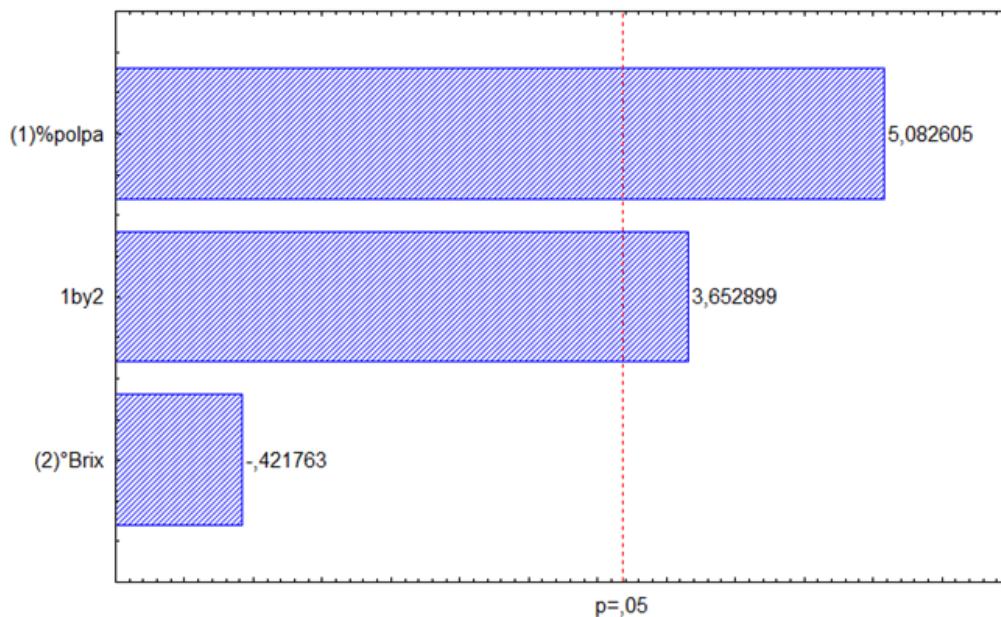


Figura 1 – Diagrama de Pareto para a variável dependente %Conversão

Observa-se na Figura 1 que o %Conversão foi influenciado pelo %polpa e pela interação entre %polpa*°Brix, não sofrendo o efeito do °Brix. O mesmo fato foi observado por SILVA (2009) na obtenção de aguardente de algaroba.

Com a análise estatística é possível obter os modelos empíricos da regressão, o modelo a seguir determina os efeitos das variáveis de entrada e a interação entre elas, os valores em negrito são os coeficientes estatisticamente significativos a um

nível de 95% de confiança para o %Conversão.

$$\% \text{ Conversão} = 94,58 + 1,77 \cdot \text{Polpa} - 0,15 \cdot {}^{\circ}\text{Brix} + 1,28 \cdot \text{Polpa} \cdot {}^{\circ}\text{Brix} \quad (1)$$

Como foi observado anteriormente na Figura 1, a Equação 1 mostra que apenas o ${}^{\circ}\text{Brix}$ não tem significância estatística para a variável resposta em questão e que o sinal positivo indica que quanto maior a porcentagem de polpa maior o %Conversão.

A Figura 2 representa a superfície de resposta para verificar a influência da %polpa e o ${}^{\circ}\text{Brix}$ sobre o %Conversão.

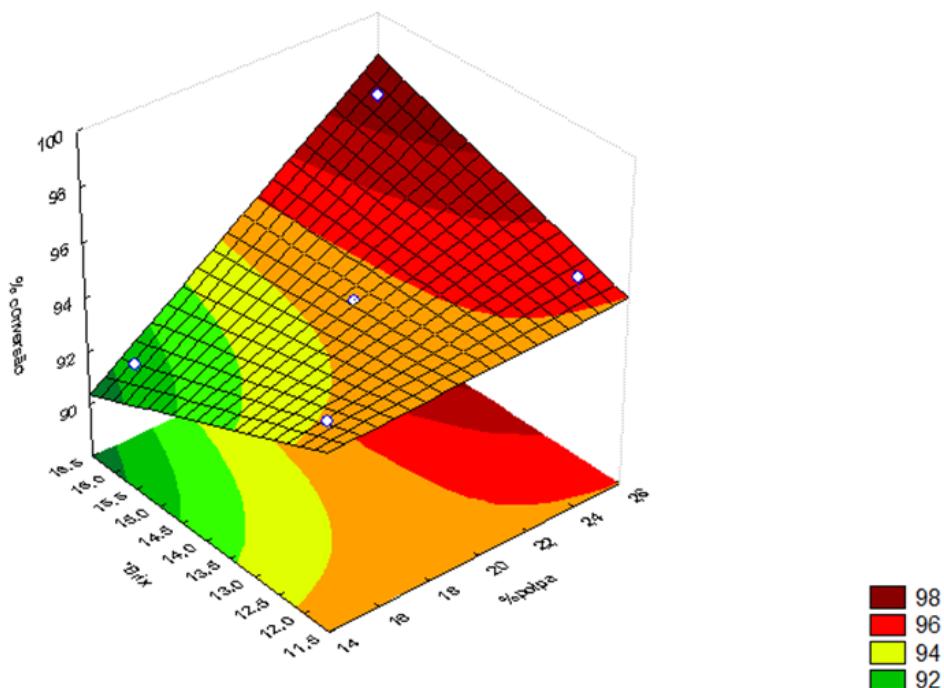


Figura 2 – Superfície de resposta para o %Conversão

Observando-se a Figura 2 é perceptível que durante a mudança dos valores para o ${}^{\circ}\text{Brix}$ os valores para %Conversão permanecem com uma variação bem pequena e valores baixos, enquanto com a mudança dos valores de %polpa há uma variação maior nos valores e esses valores maiores quando comparados com os de ${}^{\circ}\text{brix}$ (pode-se observar pelas cores, na %polpa os valores têm uma tonalidade mais laranja e vermelho), confirmando o que havia sido observado anteriormente.

Pode-se observar no diagrama de Pareto representado na Figura 3 que a produtividade foi influenciada pelo ${}^{\circ}\text{Brix}$ e %polpa, não sofrendo o efeito da interação %polpa* ${}^{\circ}\text{Brix}$. Portanto confirma-se por meio dessa Figura que essas duas variáveis são estatisticamente significativa. Foi observado por SILVA (2009) que o ${}^{\circ}\text{Brix}$ influencia nos valores de Produtividade obtidos na fermentação.

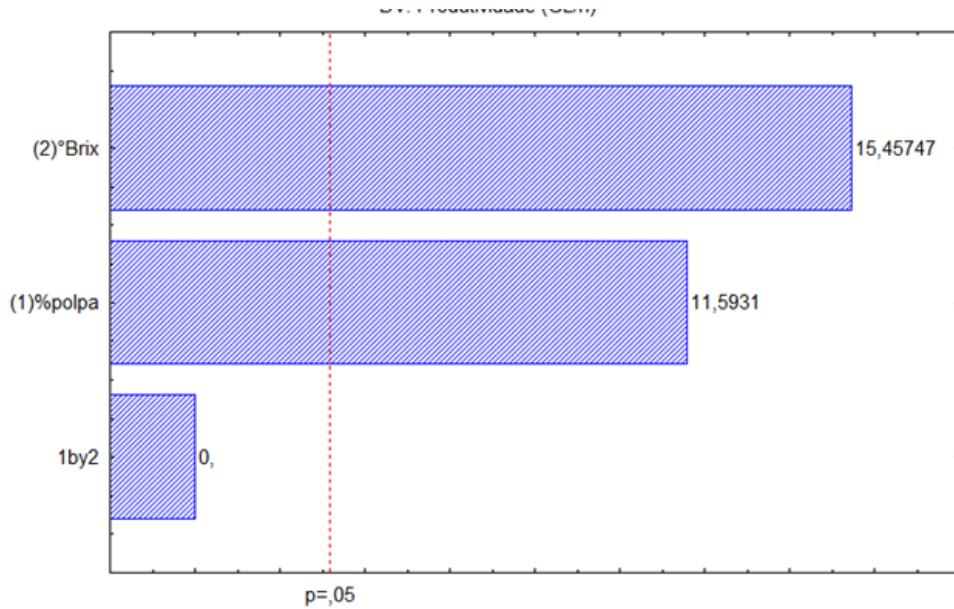


Figura 3 – Gráfico de Pareto para Produtividade

Por meio da análise estatística foi possível obter os modelos empíricos da regressão. O modelo a seguir determina os efeitos das variáveis de entrada e a interação entre elas, os valores marcados em negrito são os coeficientes estatisticamente significativos a um nível de 95% de confiança para a Produtividade.

$$\text{Produtividade} = \mathbf{0,66} + \mathbf{0,06} \cdot \text{Polpa} + \mathbf{0,08} \cdot \text{Brix} + 0,00 \cdot \text{Polpa} \cdot \text{Brix} \quad (2)$$

Como foi observado anteriormente na Figura 3, a Equação 2 mostra que o °Brix e a %polpa tem significância estatística para a variável resposta em questão a um nível de 95% de confiança.

A Figura 4 apresenta a superfície de resposta que demonstra a influência do °Brix e da %polpa nos valores de produtividade.

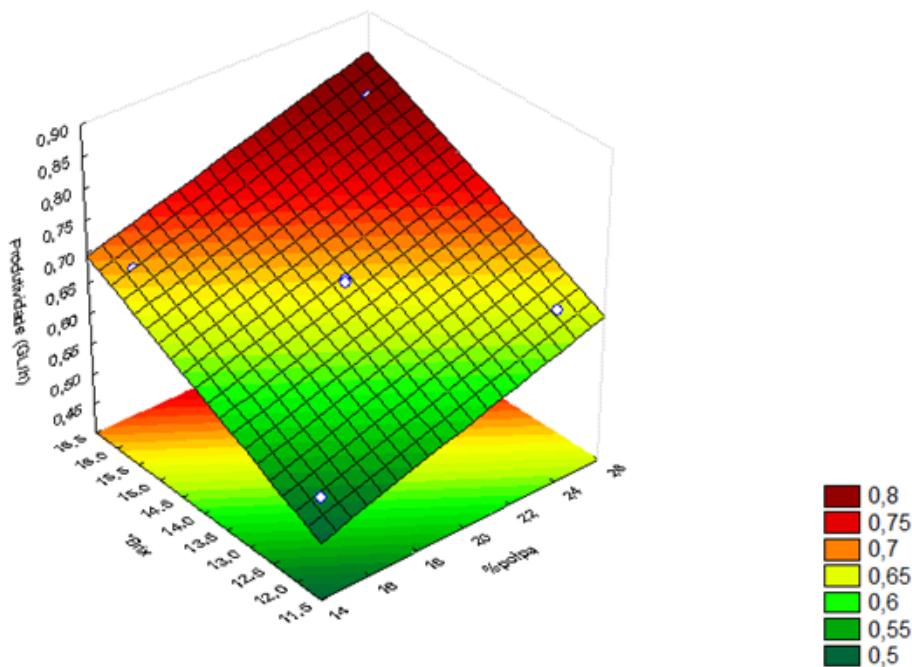


Figura 4 – Superfície de resposta para a Produtividade

Observando a superfície de resposta apenas confirma-se o que foi concluído anteriormente, quando se varia os valores de °Brix e %polpa tem-se um aumento significativo nos valores de produtividade.

Um dos experimentos foi selecionado com base no teor alcoólico produzido e percentual de polpa utilizado para ser feito em maior quantidade e submeter ao processo de destilação. O experimento escolhido foi o 3, por apresentar maior percentual de conversão e menor gasto de polpa.

3.3 Caracterização do produto final (Aguardente mista)

Os valores de pH, acidez volátil, densidade e teor alcoólico da aguardente mista de cana e cajá estão na Tabela 5.

Análises	Valores \pm desvio padrão	Legislação
pH	4,60 \pm 0,00	-----
Acidez volátil (mg de ácido acético/ 100mL)	50,00 \pm 0,00	150 (Máximo)**
Densidade (g/cm ³)	0,94 \pm 0,00	-----
Teor Alcóolico (%)	45,00 \pm 0,00	38 – 54**

Tabela 5 – Caracterização da aguardente mista

Todos os parâmetros analisados se enquadram dentro do que é exigido pela legislação brasileira (BRASIL, 2008), sendo assim considerada como uma aguardente de boa qualidade.

4 | CONCLUSÃO

Foi possível determinar condições que possibilitou a fermentação de um mosto composto por caldo de cana-de-açúcar e polpa de cajá. A partir desse mosto foi obtida uma aguardente que está dentro dos parâmetros exigidos pela legislação vigente e que apresentou características compatíveis com a matéria-prima utilizada, alcançando uma graduação alcóolica de 45°GL a qual está dentro das especificações .

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, L. M.; MAIA, A. B. R . A.; OLIVEIRA, E. S. Processamento, avaliação química e sensorial de aguardente de manga (*Mangifera indica L.*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE LIMENTOS, 20, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA, 2006. 1 CD-ROM
- AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na produção de alimentos.** São Paulo: Edgard Blucher, v. 4. 544p. 2001.
- ASQUIERI, E. R.; RABÉLO, A.M.S.; SILVA, A.G.M. Fermentado de jaca: estudo das características físico-químicas e sensoriais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p.881-887, out. 2008.
- ASQUIERI, E. R.; SILVA, A. G. de M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p.896- 904, out.-dez. 2009.
- BARBOSA, C. D. **Obtenção e Caracterização de Vinho e Vinagre de Manga (*Mangifera indica L.*): Parâmetros Cinéticos das Fermentações Alcoólica e Acética.** 2014. 128f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 2314, de 04 de setembro de 1997: dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, DF, 1997. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 04 dez. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 65, de 23 de abril de 2008: regulamento técnico para a fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de fruta. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 10 set. 2017.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Cana-de-açúcar, acompanhamento da safra brasileira, safra 2018/2019.** Terceiro levantamento. Dezembro de 2018. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 10 de janeiro de 2019.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Umbu (fruto).** Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 15 de janeiro de 2019.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas.** Disponível em: <http://vendasliv.sct.embrapa.br>. Acesso em: 11 de janeiro de 2019.
- MUNHOZ, C. L. et al. Produção e análise de aceitação de cachaça de mexerica por teste afetivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 20, 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: SBCTA, 2006. 1 CD-ROM.

PARENTE, G. D. L. **Cinética da fermentação e da destilação na produção de aguardente de abacaxi.** 2014. 75p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB, 2014.

PRATI, P.; CAMARGO, G. A. Características do caldo de cana e sua influência na estabilidade da bebida. **BioEng**, Campinas, v.2, n.1, p.037-044, jan-abr., 2008.

SILVA, C. G. **Otimização do processo de produção da aguardente de algaroba e aproveitamento dos resíduos sólidos em produtos alimentares.** 2009. p.114-122. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, 2009.

SILVA, M. E.; TORRES NETO A. B.; SILVA, W. B.; SILVA, F. L. H.; SWARNAKAR, R. **Cashew wine vinegar production: alcoholic and acetic fermentation. Brazilian Journal Of Chemical Engineering**, v. 24, n. 2, p.163- 169, abr. 2007.

SILVA, D. P. D.; SOUSA, J. P.; CAVALCANTI, R. M. F.; CLEMENTINO, L. da C.; SOUSA, B. R. S.; BRITO, A. de S.; QUEIROZ, J. C. F. **Produção artesanal de aguardente a partir de algaroba (*prosopis juliflora*) e sua aceitação por consumidores.** Revista Saúde e Ciência on line, v. 3, n. 3, p.230- 239, set-dez. 2014.

THEODOROVSKI, D. C.; MACHADO, A. R.; BERTOLO, F.; RIBEIRO, M. C. O.; PRESTES, R. A.; ALMEIDA, D. M. **Caracterização de caldo de cana liofilização.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.16, n.4, p.369-376, 2014.

VENTURINI FILHO, W. G. **Bebidas alcoólicas:** Ciência e tecnologia. São Paulo: Editora Blucher, 2010. Volume 1. 461p.

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

Glaciela Cristina Rodrigues da Silva Scherer

Mestre em Engenharia de Alimentos, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, RS.

Fernanda Hart Weber

Dra em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Três Passos, RS.

Josiane Pasini

Mestre em Fitotecnica. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Câmpus Alegrete, Alegrete, RS.

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo elaborar e implementar o Manual de Boas Práticas de Fabricação no serviço de alimentação escolar em cinco escolas da rede estadual de ensino da cidade de Três Passos, no Estado do Rio Grande do Sul e treinar os manipuladores de acordo com a legislação vigente. Para elaboração do Manual realizou-se um diagnóstico visual da infra-estrutura disponível na cozinha das escolas e dos procedimentos adotados pelas merendeiras no armazenamento de produtos e na manipulação dos alimentos. O manual foi elaborado de acordo com a RDC 216, que regulamenta as boas práticas para serviços de alimentação. Posteriormente foram implantadas planilhas de registro e controle das atividades rotineiras

realizadas nas cozinhas e também planilhas para registro do aparecimento de pragas. Por fim, realizou-se o treinamento das merendeiras, com base na mesma resolução. Em todas as escolas, a infra-estrutura é inadequada e não atende os requisitos da legislação vigente. Os utensílios e matérias-primas utilizados para a produção de alimentos estavam armazenados de forma inadequada. As instalações, equipamentos, móveis e os utensílios se encontravam em condições higiênico-sanitárias inapropriadas, apresentando sujidades em todas as escolas analisadas. O Manual de Boas Práticas de Manipulação foi elaborado e implementado com sucesso e as planilhas foram preenchidas corretamente pelas merendeiras. O treinamento reforçou os conhecimentos dos manipuladores para adoção de boas práticas de higiene. As escolas analisadas necessitam de investimento financeiro do poder público na melhoria da infra-estrutura para adequação à legislação. A implantação do MBPF e o treinamento de manipulação de alimentos realizado com as merendeiras das cinco escolas da rede estadual de Três Passos - RS melhorou a organização e higienização das cozinhas e contribuiu para a produção de alimentos seguros aos alunos

PALAVRAS-CHAVE: manipulador, higiene, alimentação escolar, alimentos seguros.

ABSTRACT: This study aimed to develop and

implement the Good Manufacturing Practices Manual on the school food service in five schools of the state schools in the city of Três Passos, in the Rio Grande do Sul state and train handlers in accordance with the law current. For preparation of the manual there was a visual diagnostics of the available infrastructure in the kitchen of schools and procedures adopted by cooks in storage products and handling of food. The manual was prepared in accordance with the RDC 216, which regulates the practice for food service. Later registration spreadsheets and control of routine activities in kitchens and also spreadsheets for pest appearance registry were implanted. Finally, there was the training of cooks, based on the same resolution. In all schools, the infrastructure is inadequate and does not meet the requirements of current legislation. The raw materials and utensils used for food production were stored improperly. The facilities, equipment, furniture and utensils were in inappropriate sanitary conditions, with dirt in all the analyzed schools. The Manual of Good Manufacturing Practices was developed and successfully implemented and the sheets were filled out by the cooks. The training reinforced the knowledge of handlers to adopt good hygiene practices. Schools analyzed require financial investment by public authorities in improving the infrastructure for adaptation to legislation. The implementation of the Manual and food handling training carried out with the cooks of the five schools of the state network Três Passos - RS has improved the organization and cleaning of kitchens and contributed to the production of safe food to students

KEYWORDS: handling, hygiene, school feeding, food safety

1 | INTRODUÇÃO

A alimentação constitui uma das atividades humanas mais importantes, não só por razões biológicas, mas também por envolver aspectos sociais, psicológicos e econômicos fundamentais na dinâmica da evolução das sociedades (MENDONÇA e ANJOS, 2004).

A escola é um ambiente favorável para o desenvolvimento, formação ou correção de hábitos alimentares. No ambiente escolar, deve ser oferecida uma alimentação saudável, pois uma criança bem alimentada apresenta maior aproveitamento escolar, tem equilíbrio necessário para o crescimento e desenvolvimento e mantém as defesas imunológicas. É importante ressaltar que uma cantina saudável não se restringe apenas ao fornecimento de alimentos saudáveis, mas também ao espaço físico e as condições higiênico-sanitárias adequadas para não comprometer a saúde dos escolares (SILVA, 2009).

A segurança dos alimentos é contemplada pela definição de segurança alimentar e aborda a qualidade higiênico sanitária dos alimentos. Para que uma alimentação seja segura esta deve ser livre ou apresentar níveis toleráveis de contaminantes físicos, químicos e biológicos causadores de doenças alimentares (BRASIL, 2004). Entre os sintomas mais comuns das Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) destacam-

se as dores abdominais, náuseas, vômito, diarreia, dor de cabeça e febre. Muitos quadros podem evoluir para casos mais graves que podem levar à morte, sendo que as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) são consideradas as maiores causas de mortalidade em países em desenvolvimento, segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2007). Assim, a produção, preparação, distribuição, armazenamento e comercialização de alimentos com segurança são atividades que exigem cuidados especiais com ambiente de trabalho, equipamentos e utensílios, alimentos, com os manipuladores de alimentos, instalações sanitárias e com controle de pragas, entre outros (SOUZA, 2006).

Richards *et al.* (1993) salientaram que os programas de alimentação escolar oferecem riscos, sobretudo devido à possibilidade de contaminação pelo desenvolvimento bacteriano em alimentos e pelo grande número de refeições produzidas. Grande parte das escolas atende um dos grupos de maior vulnerabilidade e por essa razão a avaliação das condições higiênico-sanitárias dos serviços de alimentação das escolas e a caracterização de seu risco assumem grande importância.

A resolução - RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação e define que estas são práticas de higiene que devem ser obedecidas pelos manipuladores desde a escolha e compra dos produtos a serem utilizados no preparo do alimento até a venda para o consumidor. O objetivo é evitar a ocorrência de doenças provocadas pelo consumo de alimentos contaminados.

Segundo essa Resolução, o Manual de Boas Práticas é um documento que descreve o trabalho executado no estabelecimento e a forma correta de fazê-lo. Nele, pode-se ter informações gerais sobre como é feita a limpeza, o controle de pragas, da água utilizada, os procedimentos de higiene e controle de saúde dos funcionários, o treinamento de funcionários, o que fazer com o lixo e como garantir a produção de alimentos seguros e saudáveis. Anexo ao Manual de Boas Práticas deve constar o Procedimento Operacional Padronizado (POP), um documento que descreve passo-a-passo como executar as tarefas no estabelecimento. O POP destaca as etapas da tarefa, os responsáveis por fazê-la, os materiais necessários e a frequência em que deve ser feita. Como os POP são documentos aprovados pelo estabelecimento, por meio do responsável, é dever de cada manipulador segui-los (BRASIL, 2004).

A implementação de ações para assegurar a qualidade higiênico-sanitária dos alimentos, como o manual de Boas Práticas, exige comprometimento e envolvimento de todas as pessoas relacionadas ao processo produtivo, para garantir, assim, a segurança de quem consome as refeições (ORMENESE *et al.*, 2009). Para isso, todo pessoal que esteja ligado à produção de alimentos deve ser adequadamente treinado em conceitos de higiene e sanitização e boas práticas de manipulação de alimentos, para evitar que estes sejam contaminados por agentes físicos, químicos ou biológicos provenientes da manipulação direta da matéria prima (CAMPOS, 2003). Mesmo assim, a instrução dos manipuladores de alimentação, não tem sido encarada

com a seriedade e importância devida, pois existem ocorrências de muitos casos de doenças transmitidas por alimentos nos estabelecimentos de ensino (PISTORE & GELINSKIB, 2006).

Com base no exposto o objetivo deste trabalho, resultado de uma ação de extensão, foi elaborar e implementar o Manual de Boas Práticas no serviço de alimentação escolar em cinco escolas da rede estadual de ensino da cidade de Três Passos, no Estado do Rio Grande do Sul e treinar os manipuladores de acordo com a legislação vigente.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho fez parte dos Projetos “Elaboração do Manual de Boas Práticas de Manipulação de alimentos das cozinhas da rede estadual de ensino de Três Passos” e “Capacitação de merendeiras da rede estadual de ensino para as Boas Práticas na elaboração de alimentos”, desenvolvidos na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - Unidade de Três Passos.

As cinco escolas selecionadas nos projetos foram indicadas pela 21^a Coordenadoria Regional de Educação (CRE) e pertencem à Rede Estadual de Ensino da cidade de Três Passos – RS. Estão localizadas na área urbana do município e atendem, no total, 2.120 alunos da Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio, nos turnos da manhã, tarde e noite. Cada escola possui 3 ou 4 merendeiras que elaboram os alimentos servidos aos alunos no intervalo das aulas. As escolas participantes foram: Escola Estadual de Padre Gonzales, Instituto de Educação Érico Veríssimo, Escola Estadual Águia de Haia, Instituto Estadual de Educação José de Anchieta, Instituto Estadual de Educação Gonçalvez Dias.

Para a elaboração e implantação do Manual de Boas Práticas nas escolas foram realizadas 05 visitas, no período compreendido entre abril e maio de 2013, a fim de diagnosticar, por meio de análise visual, as condições físicas e higiênico-sanitárias do ambiente, utensílios, equipamentos, manipuladores e das condições de recebimento das matérias-primas alimentares nas cozinhas das escolas. Para direcionar a análise visual foi utilizado um *check list* baseado na Resolução – RDC nº216 (BRASIL, 2004).

As observações das práticas adotadas pelos manipuladores, aqui chamados de merendeiras (uma vez que só há mulheres no setor) também foram realizadas nas mesmas visitas. A observação das práticas adotadas se fez necessária para definir a ênfase a ser adotada no curso realizado posteriormente. Para efeito de tabulação de dados, as escolas foram numeradas de 1 (Um) a 5 (Cinco). O Manual de Boas Práticas foi elaborado individualmente para cada escola, considerando as peculiaridades de cada uma e atendendo aos pré-requisitos da Resolução - RDC nº216, de 15 de setembro de 2004, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Paralelamente, foi realizada a capacitação das 18 merendeiras que atuam

nas escolas envolvidas para as boas práticas na elaboração de alimentos, baseada na mesma resolução. A capacitação foi realizada na 21^a Coordenadoria Regional de Educação, na cidade de Três Passos, RS e ocorreu entre os meses de outubro e novembro de 2013, em quatro encontros, totalizando 16 horas. Utilizou-se recursos didáticos como Projetor Multimídia e intervenções dinâmicas com os participantes presentes, além da distribuição da cartilha ilustrada sobre Boas Práticas para Serviços de Alimentação (BRASIL, 2004). A capacitação foi dividida em quatro módulos: Microbiologia e Contaminação dos Alimentos (I); Regras do Manipulador de Alimentos (II); Políticas de Prevenção da Contaminação (III) e Matérias-primas e Processamento de Alimentos (IV).

Ao término da capacitação e da elaboração do manual de boas práticas, ocorreu a entrega do mesmo nas respectivas escolas e a instrução para preenchimento correto das planilhas de registro e controle das atividades.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Diagnóstico das condições físicas e higiênico-sanitárias do ambiente, utensílios, equipamentos, manipuladores e das condições de recebimento das matérias-primas alimentares nas cozinhas das escolas.

Em todas as escolas analisadas verificaram-se deficiências nas condições físicas das instalações da cozinha e sanitárias (Quadro 1). Em relação à parte física, a escola 2 possui na área de armazenamento piso de concreto aparente, áspero e sem inclinação para escoamento da água de limpeza. As escolas 3, 4 e 5 possuem piso com revestimento cerâmico de coloração escura e sem inclinação para escoamento da água de limpeza. O reboco do teto da escola 1 apresenta perda de aderência e a pintura está descascando.

Apenas a escola 1 possui janelas e portas com tela de proteção removível para vetores e pragas.

Nenhuma das escolas visitadas apresenta luminárias protegida contra explosão e queda accidental, portas com fechamento automático, lixeiras com acionamento automático e em local isolado da área de preparo dos alimentos, paredes com ângulos abaulados, grelhas com dispositivo que permitam seu fechamento, exaustores providos de telas de proteção e lavatório para higienização das mãos no local de preparo dos alimentos, que são exigências da regulamentação.

	Escola 1	Escola 2	Escola 3	Escola 4	Escola 5
Parte física	Piso e paredes lavável, liso, impermeável e íntegro; Reboco do teto perdendo aderência; Portas sem fechamento automático e ausência de telas nas janelas; Vidros limpos e íntegros; Luminárias desprotegidas; Ausência de lavatório para higienização das mãos; Presença de lixeira com abertura manual; Não há ralos. Paredes com ângulo reto;	Piso e paredes lavável, liso, impermeável e íntegro (exceto na área de armazenamento); Ausência de telas de proteção ou tela danificada; O revestimento cerâmico das paredes perdeu aderência; Paredes com ângulo reto; Forro de madeira; Luminárias desprotegidas; Portas de madeira e sem fechamento automático.	Piso de coloração escura, sem inclinação; Forro de madeira; Fiação elétrica exposta; Luminárias desprotegidas; Portas de madeira e sem fechamento automático. Ausência de telas de proteção; Ausência de ralos e tampas.	Piso de coloração escura, sem inclinação; Parede parcialmente revestida de placas de cerâmica; Fiação elétrica exposta; Luminárias desprotegidas; Portas de madeira e sem fechamento automático. Ausência de telas de proteção; Ausência de ralos e tampas.	Piso de coloração escura, sem inclinação; Parede parcialmente revestida de placas de cerâmica; Pintura da parede na cor verde clara; Forro de madeira; Fiação elétrica exposta; Luminárias desprotegidas; Portas de madeira e sem fechamento automático. Ausência de telas de proteção; Ausência de ralos e tampas.
Equipamentos, móveis e utensílios	Exaustores sem telas removíveis; Prateleiras de madeira;	Mesas e prateleiras de madeira; Exaustores sem telas removíveis;	Mesas e prateleiras de madeira; Exaustores sem telas removíveis;	Mesas e prateleiras de madeira; Exaustores sem telas removíveis;	Mesas e prateleiras de madeira; Exaustores sem telas removíveis;
Instalações sanitárias (Higiene e organização)	Portas diretamente ligadas à cozinha, sem fechamento automático; Ausência de sabonete líquido e antisséptico; Coletor de resíduos com abertura manual;	Portas diretamente ligadas à cozinha, sem fechamento automático; Ausência de sabonete líquido e antisséptico; Coletor de resíduos com abertura manual;	Portas diretamente ligadas à cozinha, sem fechamento automático; Ausência de sabonete líquido e antisséptico; Coletor de resíduos com abertura manual;	Portas diretamente ligadas à cozinha, sem fechamento automático; Ausência de sabonete líquido e antisséptico; Coletor de resíduos com abertura manual;	Portas diretamente ligadas à cozinha, sem fechamento automático; Ausência de sabonete líquido e antisséptico; Coletor de resíduos com abertura manual;

Quadro 1. Condições físicas das instalações da cozinha e sanitárias

Todas as escolas visitadas possuem mesas e prateleiras de madeira, sendo que nas escolas 2, 3, 4 e 5 o forro da cozinha e a porta também são do mesmo material. As superfícies dos equipamentos, móveis e utensílios utilizados na preparação, embalagem, armazenamento, transporte, distribuição e exposição à venda dos alimentos devem ser lisas, impermeáveis, laváveis e estar isentas de rugosidades, frestas e outras imperfeições que possam comprometer a higienização dos mesmos e serem fontes de contaminação dos alimentos (BRASIL, 2004).

A fiação elétrica está exposta nas escolas 3, 4 e 5, ao contrário do que está na regulamentação. As instalações elétricas devem estar embutidas ou protegidas em tubulações externas e íntegras de tal forma a permitir a higienização dos ambientes (BRASIL, 2004).

Com relação as instalações sanitárias, todas as escolas possuem comunicação direta com a área de preparo dos alimentos, os coletores de resíduos não possuem acionamento automático e não dispõem de produtos destinados à higiene como sabonete líquido e anti-séptico. A secagem das mãos é realizada com toalha de pano.

Nas cinco escolas os produtos saneantes estão armazenados no mesmo local de armazenamento dos alimentos e insumos para seu preparo.

As operações de limpeza não são registradas em nenhuma das escolas analisadas.

Segundo Pistore & Gelinskib (2006), a adequação da área física e das condições de trabalho dos manipuladores constituem importante requisito para realização das boas práticas e, consequentemente, obter qualidade higiênico-sanitária dos alimentos servidos.

Tanto a cozinha quanto os utensílios estavam devidamente higienizados. Foi observada a utilização de panos de prato e panos de limpeza em todas as escolas visitadas.

3.2 Elaboração e implementação do Manual de Boas Práticas

O Manual de Boas Práticas de Fabricação foi elaborado com base no diagnóstico realizado. A implementação ocorreu através de conscientização e treinamento com as merendeiras das escolas atendidas. Foram realizadas reuniões com a 21^a Coordenadoria Regional de Educação (CRE) a fim de informar as irregularidades visualizadas e sugerir investimentos e formas de adequação à legislação vigente.

3.3 Capacitação das merendeiras

Participaram da capacitação 22 merendeiras, com idade média entre 24 e 55 anos. Todas as merendeiras participaram de, pelo menos, 75% da capacitação. A repercussão positiva foi demonstrada pela motivação durante a capacitação através da pontualidade, frequência e participação nas discussões.

Durante os encontros foram discutidas as contaminações dos alimentos, as práticas adotadas pelas merendeiras e suas obrigações, formas de congelamento e descongelamento dos alimentos e reaproveitamento dos mesmos. Os dois últimos itens foram amplamente questionados, principalmente em relação à forma de armazenamento de alimentos já preparados. A importância da utilização de luvas também foi amplamente questionada, já que as manipuladoras admitiram que não higienizam ou higienizam menos vezes as mãos quando utilizam as luvas e que as mesmas atrapalhariam durante o preparo dos alimentos. Nesse sentido, foram

orientadas a não utilizar esmaltes nas unhas ou adornos nos dedos e higienizar diversas vezes as mãos e que, dessa forma, a utilização das luvas seria dispensada (exceto em caso de ferimentos nas mãos, quando teriam que ser dispensadas do setor). Percebeu-se certa resistência em relação a retirada do anel de casamento. O mesmo questionamento ocorreu em relação ao uso de toucas descartáveis e as merendeiras foram orientadas em relação a não utilização de brincos e demais adornos, e orientadas a utilizar os cabelos presos e com touca.

As maiores manifestações giraram em torno das fotografias registradas nas escolas, em relação à infra-estrutura e à higienização e material dos equipamentos e utensílios. As merendeiras alegaram que a infra-estrutura inadequada, como falta de local adequado para armazenamento dos alimentos ou freezer pequeno, dificulta alguns procedimentos de higienização. Porém concluíram que, mesmo assim, precisam melhorar as técnicas de higienização utilizadas. As operações de limpeza e sanitização na indústria de alimentos contribuem, de forma importante, no controle higiênico-sanitário e assim na qualidade do produto final (NICOLAU, 1997).

Outro ponto que gerou debate foi a utilização de panos de prato e de limpeza de utensílios e toalhas para secagem das mãos no local de manipulação dos alimentos, que foi observado nas visitas às escolas. As manipuladoras terão de substituir por toalhas de material descartável, exceto para limpeza do chão, visto que os panos de limpeza ou de secagem de mãos representam um potencial foco de contaminação microbiológica.

Planilhas de registro hipotéticas do Manual de Boas Práticas foram preenchidas pelas merendeiras, que puderam esclarecer inúmeras dúvidas. As manipuladoras firmaram o compromisso de preencher diariamente as planilhas para o bom funcionamento das atividades de preparo de alimentos.

A capacitação dos manipuladores em serviços de alimentação é de fundamental importância para a garantia da qualidade higiênico-sanitária dos alimentos produzidos e sua conformidade com a legislação vigente. Segundo Serafim et al. (2009), a educação deve ser um processo contínuo e planejado com o objetivo de promover a sustentação de pessoal qualificado, satisfeito e estável.

4 | CONCLUSÃO

Por meio da realização do diagnóstico das cinco Escolas Estaduais de Três Passos envolvidas no projeto foi elaborado o Manual de Boas Práticas de Manipulação de Alimentos. O manual foi planejado para ser de fácil entendimento e possibilitou a participação das merendeiras esclarecendo suas dúvidas em relação ao mesmo durante as visitas realizadas. Após a elaboração do manual retornou-se as escolas para realizar a entrega dos mesmos e explicar as merendeiras do que se trata o manual e de como o utilizar no dia a dia. Para que a continuidade do trabalho nas escolas ocorra,

é necessário um acompanhamento contínuo de um responsável, do quadro funcional, para que o mesmo auxilie as manipuladoras de alimentos no trabalho diário de seguir os procedimentos de Boas Práticas de Manipulação, já que alguns hábitos devem ser modificados. Outro fator verificado e de extrema importância são as modificações significativas necessárias na infraestrutura de todas as cozinhas, maior investimento em obras físicas estruturais e renovação de equipamentos e utensílios.

Além de elaborar o Manual o projeto estimulou a integração da universidade com a sociedade, o que é um dos papéis fundamentais da universidade pública.

REFERÊNCIAS

ARRUDA, G. A. **Implantando Qualidade nos Restaurantes de Coletividade.** *Nutrição em Pauta*, v. 3, n. 35, 1999.

BENEVIDES, C. M. J.; LOVATTI, R. C. C. **Segurança alimentar em estabelecimentos processadores de alimentos.** *Hig. Alim.*, v. 18, 2004.

BRASIL – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre **Regulamento Técnico de Boas Práticas e Serviços de Alimentação**. Diário Oficial da União, 16 de setembro de 2004. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=12546>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

BRASIL – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria SVS/MS nº. 326, de 30 de julho de 1997. Dispõe sobre o **Regulamento Técnico Sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos**. Diário Oficial da União, seção I em 01 de setembro de 1997. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/portaria/326_97.htm>. Acesso em: 20 jan. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC Nº206/2004. **Cartilha sobre Boas Práticas para Serviços de Alimentação**. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em 19 jan. 2015.

NICOLAU, E. S. Curso: **Limpeza e higienização na indústria de Alimentos**. Módulo II. Ministério da Agricultura, Serviço de Inspeção Federal, Delegacia Regional de Goiás. Goiânia, GO, 1997.

ORMENESE, R. C. S. C. et al.. **Os riscos e perigos dos alimentos na percepção dos consumidores.** *Brazilian Journal of Food Technol.*, p. 49-56, 2009.

PISTORE, A.R.; GELINSKIB, J.M.L.N. **Avaliação dos conhecimentos higiênico-sanitários dos manipuladores de merenda escolar: fundamento para treinamento contínuo e adequado.** *Revista Higiene Alimentar*, v.20, n. 146, p.17-20, 2006.

RICHARDS, M.S.; RITTMAN, M.; GILBERT, T.T.; OPAL, S. M.; DEBUONO, B.A.; NEILL, R.J.; GEMSKI, P. **Investigation of a staphylococcal food poisoning outbreak in a centralized school lunch program.** *Public Health Rep.*, n. 6, v. 108, p. 765-771, 1993.

SERAFIM, A.L.; SACCOL, A.L.F.; STANGARLIM, L. DA CÁS, M.R.D. **Avaliação de roteiro para programas de capacitação em Boas Práticas.** *Rev. Assoc. Bras. Nutr.*, v. 2, n.1, 2009.

VASCONCELOS, V. H. R. **Ensaio sobre a importância do treinamento para manipuladores de alimentos nos serviços de alimentação baseada na RDC Nº 216/2004.** Monografia. Centro de Excelência em Turismo - CET. Universidade de Brasília-UNB, 2008.

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

Déborah Cristina Barcelos Flores

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Caroline Pagnossim Boeira

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Bruna Nichelle Lucas

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Jamila dos Santos Alves

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Natiéli Piovesan

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Docente
do Curso Técnico em Alimentos
Pau dos Ferros - Rio Grande do Norte

Vanessa Bordin Viera

Universidade Federal de Campina Grande,
Departamento de Nutrição
Campina Grande - Paraíba

Marcela Bromberger Soquette

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Engenharia Química
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Jéssica Righi da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Grazielle Castagna Cezimbra Weis

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Claudia Severo da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciência dos
Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

RESUMO: O fruto Ingá (*Inga marginata Willd*) é nativo da Mata Atlântica, também é conhecido como ingá-mirim ou ingá-feijão. As sementes de Ingá, em número, são de 2 a 13 por fruto são envoltas por uma polpa branca e aquosa. Se tornam um resíduo, portanto descartada. O objetivo deste trabalho é extrair os compostos bioativos presentes nas sementes do Ingá por ultrassom, em diferentes temperaturas. As sementes foram obtidas no comércio local e foram higienizadas e sanitizadas. Secas em estufa com ventilação a 45 ± 5 °C por 48 horas, trituradas e armazenadas. Os extratos hidroalcoólicos das sementes do Ingá foram

obtidos em triplicata e preparados a partir da amostra moída, e adicionado de álcool de cereais 70%. Para a realização da extração assistida por ultrassom, as sementes com o álcool de cereais foram imersas em banho ultrassônico, durante 20 minutos nas temperaturas de 30 e 60°C. Foi realizada a determinação de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, DPPH, IC50, e ORAC. Para alguns ensaios a temperatura de 30°C foi a melhor para extração, como a extração de compostos fenólicos totais e para a atividade antioxidante (ORAC), já para flavonoides totais e DPPH (IC50), não houve diferença significativa entre as temperaturas de extração. Considerando a importância econômica e nutricional do aproveitamento das partes usualmente desprezadas de frutas, a semente de *Inga marginata Willd* pode ser considerada uma promissora fonte natural de obtenção de extratos ricos em compostos bioativos.

PALAVRAS-CHAVE: Fruto; Temperatura; Resíduo; Atividade Antioxidante.

ABSTRACT: The Ingá fruit (*Inga marginata Willd*) is native to the Atlantic Forest, it is also known as ingá-mirim or ingá-beijão. The seeds of Ingá, in number, are 2 to 13 per fruit are surrounded by a white and aqueous pulp. They become a waste, so discarded. The objective of this work is to extract the bioactive compounds present in Ingá seeds by ultrasound, at different temperatures. The seeds were obtained in local commerce and were sanitized and sanitized. Dried in greenhouse with ventilation at $45 \pm 5^\circ\text{C}$ for 48 hours, crushed and stored. The hydroalcoholic extracts from the Ingá seeds were obtained in triplicate and prepared from the ground sample, and added with 70% cereal alcohol. To perform the ultrasonic assisted extraction, the seeds with the cereal alcohol were immersed in an ultrasonic bath for 20 minutes at temperatures of 30 and 60°C. Total phenolic compounds, total flavonoids, DPPH, IC50, and ORAC were determined. For some experiments the temperature of 30°C was the best for extraction, as extraction of total phenolic compounds and antioxidant activity (ORAC), for total flavonoids and DPPH (IC50), there was no significant difference between extraction temperatures. Considering the economic and nutritional importance of the use of the usually neglected parts of fruits, the *Inga marginata Willd* seed can be considered a promising natural source of extracts rich in bioactive compounds.

KEYWORDS: Fruit; Temperature; Residue; Antioxidant activity.

1 | INTRODUÇÃO

O fruto Ingá (*Inga marginata Willd*) da família das *Fabaceae* é uma árvore perene encontrada no Sudeste da América do Sul, nativa da Mata Atlântica e considerada de grande importância ecológica (BENDER et al., 2017). O fruto é conhecido popularmente como *ingá-mirim* ou *ingá-feijão*. Diversas espécies deste gênero são usadas em comunidades indígenas, especialmente para o tratamento de feridas, dores de ouvido, descongestionante nasal, curar espinhas, antipirético, lavagens intestinais, etc. Em particular, são usados na medicina tradicional como antidiarreico e antiinflamatório, apresentando capacidade antioxidante e capacidade de prevenção contra a oxidação

da LDL (LIMA; SANTOS; LA PORTA, 2018).

Esta espécie, também conhecida como *Leguminosae*, particularmente, o gênero *Inga* possui aproximadamente 400 espécies de distribuição neotropical, dentre as quais 140 estão distribuídas no Brasil e destas, cerca de 93 ocorrem no litoral brasileiro, sendo um dos mais representativos desta importante família de plantas. Desse modo, em particular, podemos observar um grande interesse no estudo dos principais membros desta importante família de plantas, em especial na sua potencial aplicação como agentes terapêuticos (LIMA; SANTOS; LA PORTA, 2018).

O nome do gênero *Inga* deriva do vulgar indígena (tupi), angá = ingá, que significa “tem semente envolvida” (POSSETE; RODRIGUES, 2010). Os frutos em forma de vagem, por sua vez, medem de 5 a 15 cm de comprimento por 1 a 1,5 cm de largura, são comestíveis, podendo ser utilizado na fabricação de refrigerantes (LORENZI, 2002). E possuem muitas sementes que estão envoltas por uma polpa branca flocosa e adocicada, sendo muito apreciada pelas populações da região Amazônica (LIMA; SANTOS; LA PORTA, 2018).

As sementes de Ingá em número são de 2 a 13 por fruto, são envoltas por uma polpa branca, aquosa, com 2 a 3 mm de espessura. A semente do fruto se torna um resíduo, portanto descartada, com isso busca-se extrair esses compostos bioativos que também são encontrados em quantidades consideráveis nas sementes (BARBEDO; CICERO, 1998). Apresenta considerado valor nutricional, sendo possível encontrar compostos bioativos, como os compostos fenólicos e dessa forma, uma utilização destes resíduos de maneira eficiente, econômica e segura para o meio ambiente (SCHIEBER; STINTZING; CARLE, 2001).

Os compostos bioativos estão presentes nos alimentos como constituintes naturais e são considerados como ingredientes não nutritivos, mas vitais para a manutenção da saúde humana, prevenindo várias doenças como as cardiovasculares, diabetes, obesidade, câncer entre outros ou até mesmo amenizando certos sintomas (COSTA et al., 2013). Esses compostos consistem em antocianinas, compostos fenólicos, flavonoides, tocoferóis, esteróis, saponinas, taninos, vitaminas, entre muitos outros que são descritos na literatura. Em geral, esses compostos apresentam efeitos antiinflamatórios e antioxidantes. Estudos relatam a presença de compostos como saponinas, taninos, fitoesteróis e triterpenos com atividade antitumoral, além de outros compostos bioativos como compostos fenólicos totais, também encontrados nas sementes de Ingá (LEITE et al., 2011). São constituintes extra-nutricionais que, proporcionam benefícios de nutrição e saúde, como efeitos anti-inflamatórios e anti-câncer (NOWACKA et al., 2018).

A extração assistida por ultrassom é um processo de extração emergente e considerada eficiente para a extração de compostos bioativos. O mecanismo do ultrassom ocorre através de cavitação acústica e a formação súbita de bolhas, que são criadas no líquido, crescem e entram em colapso produzindo jatos de solvente de alta velocidade em direção à superfície sólida. Esses jatos irão melhorar a extração e

aumentando o rendimento dos componentes extraídos em um curto período de tempo de processamento (BERNARDO; ASCHERI; CARVALHO, 2016).

Considerando a importância econômica e nutricional do aproveitamento das partes usualmente desprezadas de frutas, o presente trabalho tem por objetivo extraer os compostos presentes nas sementes do Ingá por ultrassom em diferentes temperaturas, a fim de se obter extratos ricos em compostos bioativos e antioxidantes.

2 | MATERIAIS E MÉTODO

Matéria-prima

As sementes foram obtidas no comércio local de Santa Maria (RS) e foram higienizadas e sanitizadas. Posteriormente secas em estufa com ventilação a 45 ± 5 °C por 48 horas, trituradas em moinho de facas e armazenadas em freezer doméstico em sacos de polietileno a temperatura de -18°C até o início das análises.

Obtenção dos extratos

Os extratos hidroalcoólicos das sementes do Ingá foram obtidos em triplicata e preparados a partir da amostra moída, foi pesado 4 g de semente triturada e adicionado de 40 mL de álcool de cereais 70%, na proporção 1:10 (p/v). Para a realização da extração assistida por ultrassom, as sementes com o álcool de cereais foram imersas em banho ultrassom (UNIQUE®, modelo USC1800A, São Paulo, Brasil) operando em frequência de 40 kHz e potência 132 W, durante 20 minutos nas temperaturas de 30 e 60°C. Os extratos foram centrifugados a 3000 rpm por 10 minutos e filtrados, sendo o volume ajustado com solvente utilizado, e acondicionados em frascos âmbar e armazenados em freezer (-18°C) até o momento da realização das análises.

Determinação de compostos fenólicos totais

A determinação de compostos fenólicos totais foi determinada através do método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton, Orthofer e Lamuela-Raventos (1999) com modificações por Roesler et al. (2007). Para a reação colorimétrica, foi transferido para tubos de ensaio 0,4 mL dos extratos previamente diluídos e 2,0 mL de solução aquosa do reativo de Folin-Ciocalteau 0,2 N (diluído na proporção 1:10). Após agitação, os tubos foram deixados em repouso na ausência de luz por 6 minutos. Após, foi adicionado 1,6 mL de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 7,5% (m/v), seguido novamente por agitação dos tubos e os mesmos foram incubados durante 5 minutos em banho-maria a 50°C. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (SP – 220 marca Biospectro) a 760 nm, calibrado com solução referência de ácido gálico. O branco foi preparado nas mesmas condições, porém sem a presença do extrato. O teor de compostos fenólicos totais foi

expresso em miligramas equivalentes de ácido gálico/g de extrato (mg GAE/g).

Determinação de flavonóides totais

O teor de flavonoides totais foi determinado pelo método proposto por Zhishen, Mengcheng e Jianming (1999). Em tubos de ensaio foi adicionado uma alíquota de 0,5 mL dos extratos previamente diluídos adicionados de 2 mL de água destilada. Em seguida foi adicionado 0,15 mL de nitrito de sódio (NaNO_2) e após 5 minutos, 0,15 mL de cloreto de alumínio (AlCl_3). Os tubos permaneceram em repouso por 6 minutos no escuro e posteriormente foi adicionado 2 mL de solução de hidróxido de sódio (NaOH) 1M e 1,2 mL de água destilada. Após, foi feita a agitação da solução e foi realizada a leitura em espectrofotômetro (SP – 220 marca Biospectro) a 510 nm, calibrado com solução referência de queracetina. O branco foi preparado nas mesmas condições, porém com substituição do extrato. O teor de flavonoides totais foi expresso em mg equivalente de queracetina/ g de extrato (mg EQ/g).

Determinação de atividade antioxidante - método DPPH

A metodologia fundamenta-se na capacidade de sequestro do radical 1,1-difenil-2-picril-hidrazil (DPPH), segundo Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995). Foi incubado 2,5 mL de uma solução metanólica de DPPH 0,1 M com 0,5 mL de soluções contendo concentrações crescentes dos extratos, por 30 minutos e ausência da luz. Foi realizada uma solução “controle” com 2,5 mL da solução metanólica de DPPH em 0,5 mL de metanol em substituição do extrato, e para o “branco” foi utilizado o álcool de cereais. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro (SP- 220 marca Biospectro) no comprimento de onda de 517nm. A capacidade de sequestrar radical livre foi calculada e expressa como percentual de inibição de oxidação do radical.

Onde, Abs. DPPH é a absorbância da solução de DPPH e Abs. Am/Trolox é a absorbância da amostra ou padrão em solução. A Abs. Am/Trolox foi calculada com base na diferença da absorbância da solução de amostra em teste com o seu branco, foi expresso em ($\mu\text{mol TEAC/g}$).

O valor de IC₅₀ foi determinado pela equação da reta plotada através dos resultados contendo os valores de concentração (mg/mL) utilizadas no eixo X e os percentuais de proteção encontrados no eixo Y. Também foi construída uma curva padrão de Trolox em μmol versus % de inibição, onde o resultado foi expresso em μmol equivalentes de Trolox/ g de extrato ($\mu\text{mol TEAC/g}$).

Ensaio de capacidade de absorção de radicais de oxigénio – ORAC

O ensaio de ORAC (Capacidade de desativação do radical peroxila ROO^\bullet) foi realizado como descrito por Ou, Hampsch-Woodill e Prior (2001). Este ensaio cinético é baseado na medida da atividade de desativação de radicais peroxila que são produzidos pelo indutor de radicais 2,2'-Azobis (2-amidinopropano) di-hydrocloreto

(AAPH) a 37°C. A capacidade de desativar o (ROO[•]) é medida pelo monitoramento do decaimento da fluorescência, devido à oxidação da fluoresceína a produtos não fluorescentes. A presença de compostos desativadores do (ROO[•]) diminui a taxa de decaimento da fluorescência. Foi adicionado 25 µL de extrato no Trolox em tampão fosfato de potássio 75 mmol L⁻¹ (pH 7,4) numa microplaca incubada durante 10 minutos a 37°C, 150 µL de solução de fluoresceína (81 nmol L⁻¹). Foi adicionado 25 µL de AAPH (152 mmol L⁻¹) como gerador de radical peroxila. A fluorescência foi medida a cada minuto (comprimentos de onda de 485 nm e 528 nm sendo utilizados para excitação e emissão, respectivamente) a 37°C durante 90 minutos. A atividade antioxidante foi determinada utilizando área sob a curva (AUC) e os resultados foram comparados com uma curva de referência de Trolox de (0 - 96 µmol L⁻¹) e expressos em µmol Trolox/g.

Análise estatística

A análise estatística dos resultados foi realizada através de análise de variância (ANOVA), as médias foram comparadas através do teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. Os resultados foram analisados através do programa Statistica® versão 7.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação de compostos fenólicos totais

Os resultados encontrados nas sementes de Ingá para o teor de compostos fenólicos totais, obtidos na extração assistida por ultrassom na temperatura de 30°C foi de 33,28^A ± 1,04 mg GAE/g de semente seca, e para a temperatura de 60°C foi de 21,22^B ± 2,71 mg GAE/g, tendo diferença significativa entre as temperaturas de extração, conforme pode ser visto na figura 1.

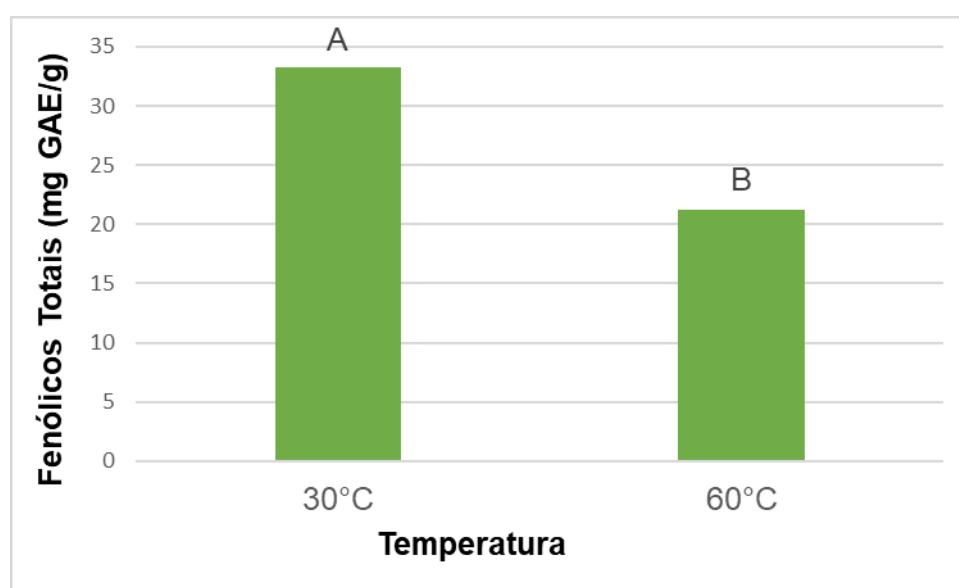


Figura 1: Teor de compostos fenólicos totais encontrados nas sementes de Ingá em diferentes temperaturas.

Os resultados demonstraram que, a temperatura de 30°C obteve maior concentração do teor de compostos fenólicos totais no extrato de semente de Ingá. Já para extração na temperatura de 60°C, houve a redução na concentração destes compostos bioativos, sendo explicado pelo fato de que com o aumento da temperatura esses compostos se tornam instáveis, promovendo sua degradação e assim, diminuindo sua presença nos extratos. O próprio processo de extração causa diminuição do teor de compostos fenólicos através da secagem, e a decomposição térmica tem sido apontada como a principal causa da redução do teor desses compostos, pois nesse processo, os fenóis podem reagir com outros compostos, o que impede a extração dos mesmos. O teor de compostos fenólicos diminui de acordo com o aumento da temperatura (ANDREO; JORGE, 2006).

Entre os antioxidantes da dieta, os compostos fenólicos são considerados compostos promotores de saúde com vários efeitos biológicos, incluindo ação antibacteriana, anti-inflamatória, antialérgica, hepatoprotetora, antitrombótica, antiviral, anticarcinogênica e vasodilatadora (KAUR et al., 2014).

Segundo Silva (2015), em seu estudo foi encontrado um valor de compostos fenólicos de 2,60 mg EAG.g-1 para subprodutos de goiaba, estando esse valor abaixo do encontrado neste trabalho para a semente de Ingá.

Determinação de flavonóides totais

O teor de flavonoides totais presentes nas sementes de Ingá pode ser observado na figura 2.

Foi encontrado na temperatura de 30°C o valor de $5,25^A \pm 0,18$ (mg EQ/g) para flavonóides totais, e para a temperatura de 60°C foi de $5,33^A \pm 0,15^A$ (mg EQ/g), não havendo diferença significativa entre os extratos nas temperaturas de 30°C e 60°C.

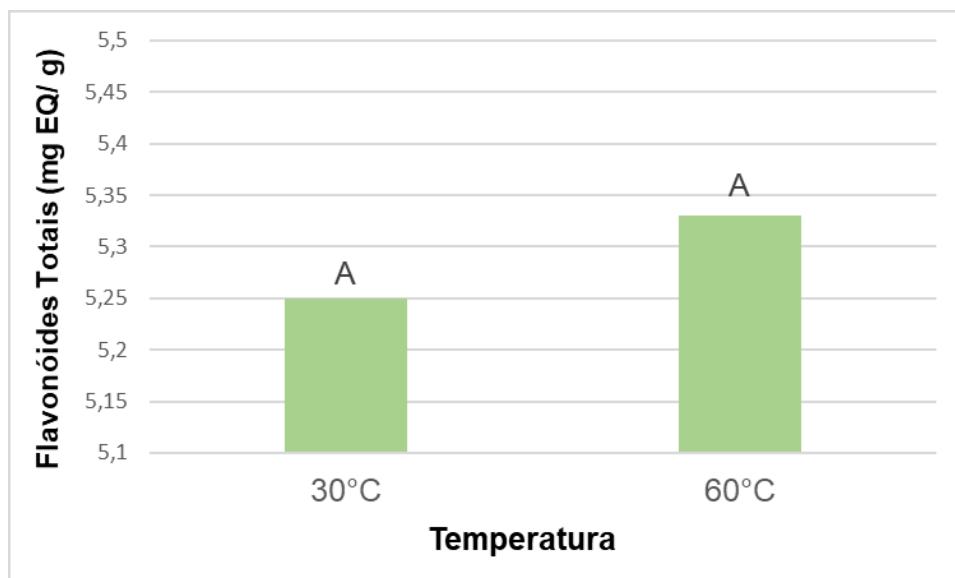


Figura 2: Teor de flavonóides totais encontrados nas sementes de Ingá em diferentes temperaturas.

Nos estudos de Silva (2012), o teor de flavonoides encontrados nos extratos de Ingá da espécie *Inga edulis* foi de 36,64 mg EQ/g em relação ao peso seco do fruto inteiro. Sendo que para este estudo foi encontrado um valor menor, visto que é um resíduo, a semente.

Os flavonoides têm a atividade antioxidante dos componentes produzidos pelos vegetais. Esses componentes podem atuar como agentes redutores, sequestradores de radicais livres, quelantes de metais ou desativadores do oxigênio singuleto e/ou exibir, simultaneamente, mais de uma dessas funções (BURQUE et al., 2015).

Determinação de atividade antioxidante - método DPPH

Foi encontrado no ensaio de DPPH para a temperatura de 30°C o valor de 0,75^A $\mu\text{mol TEAC/g}$, e para a temperatura de 60°C foi de 0,71^A $\mu\text{mol TEAC/g}$, isso pode ser encontrado na figura 3, não tendo diferença significativa entre as temperaturas para extração.

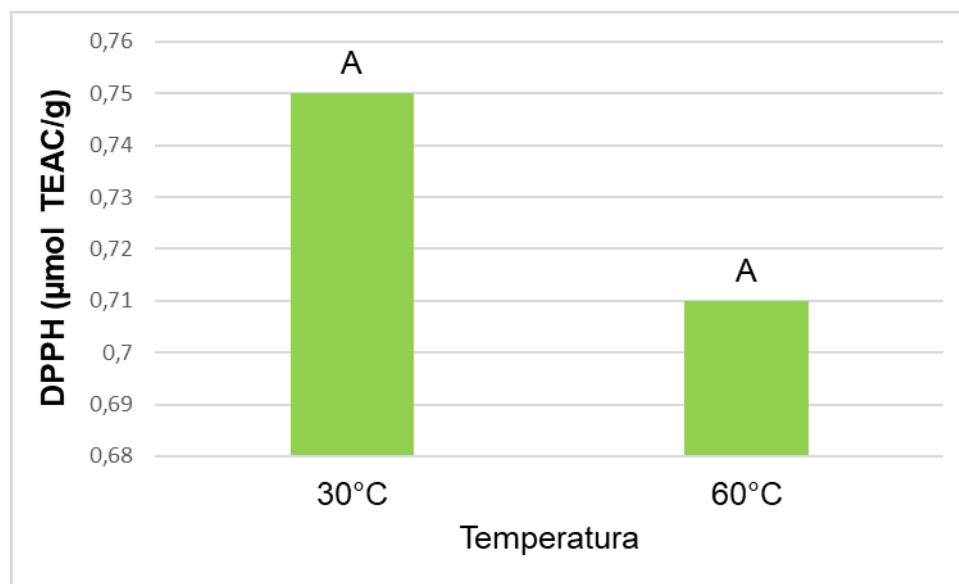


Figura 3: Atividade antioxidante pelo método de DPPH nas sementes de Ingá em diferentes temperaturas.

A definição de antioxidante biologicamente mais relevante consiste em “substâncias naturais ou sintéticas que possuem capacidade de prevenir ou de atrasar os efeitos causados pela ação do oxigênio a compostos”. Os antioxidantes presentes em produtos naturais podem sequestrar espécies reativas de oxigênio ou de nitrogênio, interrompendo as reações em cadeia iniciadas e propagadas por radicais livres ou podem inibir a formação de antioxidantes reativos (HUANG; OU; PRIOR, 2005). Assim, é importante avaliar a capacidade antioxidante dos extratos e de suas frações por diferentes ensaios, a fim de conhecer melhor a capacidade antioxidante

dos mesmos (PIETTA, 2000).

A concentração de compostos antioxidantes necessária para causar diminuição de 50% na concentração inicial de DPPH (IC50), é um parâmetro extensamente utilizado na medida da atividade antioxidante, quanto menor o IC50 maior é o poder antioxidante (PAREJO et al., 2000).

Pode ser visto na figura 4 os valores de IC50 para a temperatura de 30°C, que foi de $42,16^A \pm 0,08$ mg/mL e para a temperatura de 60°C foi de $43,67^A \pm 0,20$ mg/mL não havendo diferença significativa entre as temperaturas.

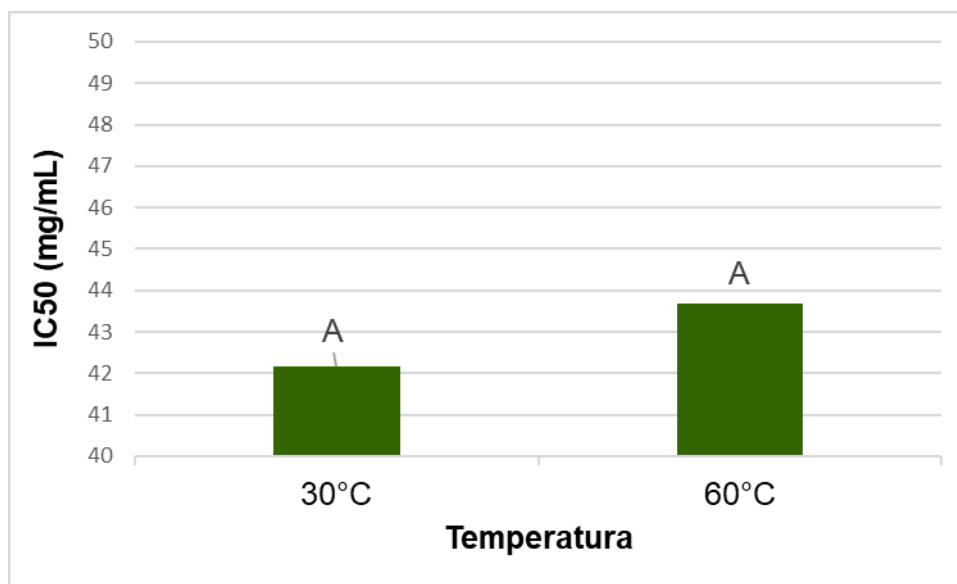


Figura 4: Determinação de IC50 nas sementes de Ingá em diferentes temperaturas.

De acordo com Silva (2015), em seu estudo o valor encontrado para IC50 dos resíduos de goiaba (subproduto) foi de 38,17 mg.mL⁻¹, estando próximo do valor encontrado neste trabalho.

Ensaio de capacidade de absorção de radicais de oxigénio – ORAC

Foi determinado o ensaio de ORAC (*Oxygen radical absorbance capacity*) que consiste na capacidade de desativação do radical peroxila, medindo assim a atividade antioxidante do extrato (CARMO et al., 2016). Isso pode ser verificado na figura 5.

Com a diminuição da temperatura para 30°C foi visto que, nesta condição foi a melhor a extração para a quantificação da atividade antioxidante pelo método de ORAC.

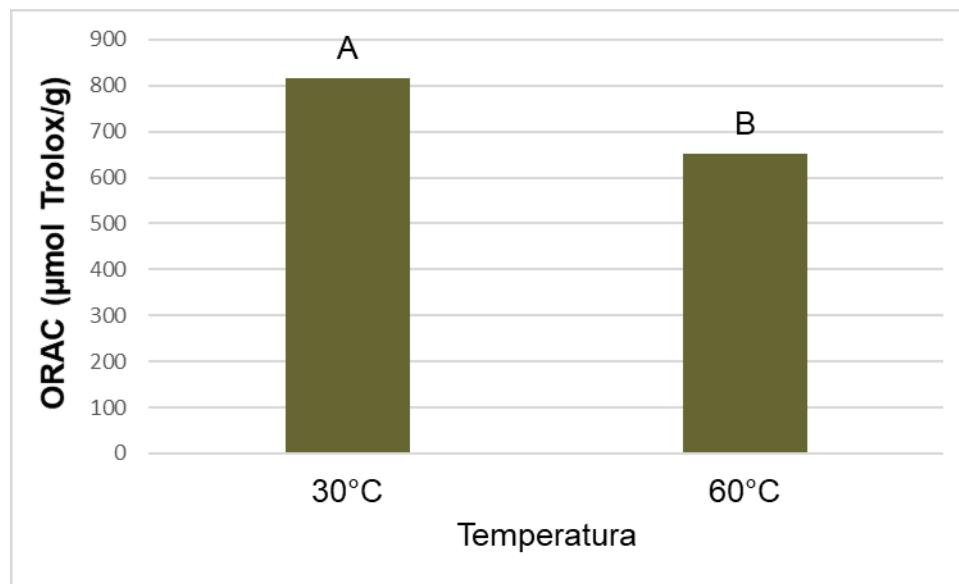


Figura 5. Determinação da capacidade de absorção de radicais de oxigênio nas sementes de Ingá em diferentes temperaturas.

Como pode ser visto na figura 5 para a temperatura de 30°C, foi obtido um valor de 815,79^A μmol eq. Trolox/g e para a temperatura de 60°C foi de 652,13^B μmol eq. Trolox/g, havendo diferença significativa entre as temperaturas.

Segundo Sobrinho (2016) em seu trabalho, foi encontrado um valor em torno de 942 (μmol ET g-1) para o extrato de *Inga edulis*, estando os valores próximos do que foi encontrado neste estudo.

4 | CONCLUSÃO

Como pode ser visto o fruto Ingá é de extrema importância tanto ecológico como terapêutico, pois tem compostos bioativos que são importantes para a saúde humana, mas sua semente acaba se tornando um resíduo, portanto descartada. Com isso busca-se extrair esses compostos bioativos que também são encontrados em quantidades consideráveis nas sementes.

A maneira como é obtido esses compostos é de grande significância, pois dependendo do processo pode se extrair uma menor ou maior quantidade desses compostos, sendo que em diferentes temperaturas para a extração também influenciaram na extração desses compostos. Para alguns ensaios a temperatura de 30°C foi a melhor para extração, como para a extração de compostos fenólicos totais, e para o ensaio de capacidade de absorção de radicais de oxigênio (atividade antioxidante), sabe-se que esses compostos são sensíveis ao calor. Outros ensaios como os flavonoides totais e DPPH (IC50), não houve diferença significativa entre as temperaturas de extração.

Logo não precisa ter altas temperaturas para se conseguir extrair esses compostos de interesse quando utilizado a extração assistida por ultrassom, tornando-se a semente de *Inga marginata Willd* uma boa fonte natural de extração desses compostos bioativos.

REFERÊNCIAS

- ANDREO, D.; JORGE, N. **Antioxidantes Naturais: Técnicas de Extração.** Boletim do centro de pesquisa de processamento de alimentos, v. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.
- BARBEDO, C.J.; CICERO, S.M. **Utilização do teste de condutividade elétrica para previsão do potencial germinativo de sementes de ingá.** Scientia agricola, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 249-259, 1998.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. **Use of free radical method to evaluate antioxidant activity.** Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie, v. 28, p. 25-30, 1995.
- BENDER, B.; CAPELLESSO, E.S.; LOTTICIA, M.E.; SENTKOVSKI, J.; MIELNICZKI-PEREIRA, A.A.; ROSA, L.M.G.; SAUSEN, T.L. **Growth responses and accumulation of soluble sugars in *Inga marginata* Wild.** (Fabaceae) subjected to flooding under contrasting light conditions. Brazilian Journal of Biology, v. 77, n. 2, p. 260-266, 2017.
- BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J.L.R.; CARVALHO, C. W. P. **Efeito do ultrassom na extração e modificação de amidos.** Ciência Rural, v.46, n.4, p.739-746, 2016.
- BURQUE, R.K.; FRANCESCONI, L.P.; VICTORINO, A.T.; MASCARENHAS, M.A.; CERESÉR, K.M. **Determinação de compostos fenólicos e avaliação da atividade antioxidante de *Iafoensis pacari* (Lythraceae).** Revista Eletrônica de Farmácia, v.1, n.1, p.1-10, 2015.
- CARMO, M. C.L.; ALCÂNTARA, B.K. de.; ALENCAR, S. M. de.; BEZERRA, R.M.N. **Influência das técnicas de cultivo na atividade antioxidante de romã.** Multi-Science Journal, v. 1, n. 4, p.3-6, 2016.
- COSTA, A.G.V.; GARCIA-DIAZ, D.F.; JIMENEZ, P.; SILVA, P.I. **Bioactive compounds and health benefits of exotic tropical red–black berries.** Journal of functional foods, v.5, n.1, p. 539 –549, 2013.
- HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. **The chemistry behind antioxidant capacity assays.** Journal of agricultural and food chemistry, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, 2005.
- KAUR, C.; NAGAL, S.; NISHAD, J.; KUMAR, R.; SARIKA, C. **Evaluating eggplant (*Solanum melongena* L) genotypes for bioactive properties: A chemometric approach.** Food Research International, n.60, v.1, p.205–211, jul/nov. 2014.
- LEITE, A.V.; MALTA, L.G.; RICCIO, M.F.; EBERLIN, M.N.; PASTORE, G.M.; MARÓSTICA, J.M.R. **Antioxidant potential of rat plasma by administration of freeze-dried jaboticaba peel (*Myrciaria jaboticaba* Vell Berg).** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.59, n.1, p. 2277–2283, 2011.
- LIMA, N. M.; SANTOS, V. N. C.; LA PORTA, F. A. **Quimiodiversidade, Bioatividade e Quimiossistêmica do Gênero *Inga* (FABACEAE): Uma Breve Revisão.** Revista Virtual Química, v.10, n.3, 2018.
- LORENZI, H. Árvores Brasileiras: **Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil.** 2 ed. Nova Odessa, SP: Ed. Plantarum Ltda. v. 2. p.2002.
- NOWACKA, M.; FIJALKOWSKA, A.; DADAN M.; RYBAK, K.; WIKTOR, A.; WITROWA-RAJCHERT, D. **Effect of ultrasound treatment during osmotic dehydration on bioactive compounds of cranberries.** Ultrasonics, v. 83, n.1, p. 18-25, 2018.
- PAREJO, I.; CODINA, C.; PETRAKIS, C.; KEFALAS, P. **Evaluation of scavenging activity assessed by Co(II)/EDTA-induced luminol chemiluminescence and DPPH free radicals assays.** Journal of Pharmacological and Toxicological Methods, v. 44, p. 507-512, 2000.

PIETTA, P. G. **Flavonoids as antioxidants**. Journal of Natural Products, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

POSSETTE, R. F. S.; RODRIGUES, W. A. **O gênero Inga Mill. (Leguminosae –Mimosoideae) no estado do Paraná, Brasil**. Acta Botânica Brasílica, v. 24, n.2, p.354-368. 2010.

ROESLER, R.; MALTA, L.G.; CARRASCO, L.C.; HOLANDA, R.B.; SOUZA, C.A.S.; PASTORE, G.M. **Atividade antioxidante de frutas do cerrado**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

SCHIEBER, A.; STINTZING, F. C.; CARLE, R. **Byproducts of plant food processing as a source of functional compounds: recent developments**. Trends Food Science Technology, Cambridge, v. 12, p. 401-413, 2001.

SILVA, D.F. **Extrato e fração de media polaridade de *Inga edulis*: estudos físico químicos, funcionais, citotóxicos, e de penetração/ retenção cutânea de formulações tópicas**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de São Paulo, 2012.

SILVA, M.O. **Atividade antioxidante e composição de oligossacarídeos em subproduto obtido do processamento industrial da goiaba (*Psidium guajava*)**.2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, 2015.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTOS, R. M. **Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants bymeans of Folin-Ciocalteau reagent**. Methods Enzymol, v.299, p.152-178, 1999.

SOBRINHO, A.C.G. **Estudo dos compostos bioativos de folhas de *byrsonima crassifolia* e *inga edulis*, visando à purificação e identificação**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) -Universidade Federal do Pará, 2016.

OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; PRIOR, R.L. **Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.49, n.10, p.4619-26, 2001.

ZHISHEN J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. **The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals**. Food Chemistry, v.64, p.555-559, 1999.

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

Bruna Poletti

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Maitê de Moraes Vieira

Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Daniela Maia

Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

RESUMO: Objetivou-se determinar a estabilidade da espuma em ovos de aves de postura, criadas em sistema orgânico de produção, em diferentes idades de postura, ao longo da sua vida de prateleira. Foram coletados 384 ovos marrons de aves em diferentes idades de postura (40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 e 110 semanas de idade) e as avaliações de estabilidade de espuma foram realizadas no dia da coleta (zero) e aos 14, 28 e 42 dias de armazenamento com 12 repetições cada. Pipetou-se 10 mL de cada amostra de albúmen, em um recipiente plástico, e foi batido em batedeira elétrica durante dois minutos. A espuma formada foi transferida para um funil acoplado em uma proveta volumétrica, e após 60 minutos foi mensurada a quantidade de

líquido formado (mL). Os ovos de aves de 40 semanas de idade obtiveram pior estabilidade de espuma ao longo do armazenamento. Em ovos de aves com 110 semanas, a estabilidade de espuma melhorou com o avanço do armazenamento. No dia da coleta dos ovos (dia zero), a estabilidade de espuma dos ovos foi semelhante entre aves de 40 e 110 semanas de idade (2,10mL e 2,18mL, respectivamente). Aos 42 dias de armazenamento, os ovos de aves mais jovens (40 semanas) obtiveram 6,30mL de líquido drenado enquanto nas aves mais velhas (110 semanas) foi de 1,27mL. A estabilidade da espuma de ovos oriundos de produção orgânica foi melhor em ovos de poedeiras mais velhas e armazenados por mais tempo.

PALAVRAS-CHAVE: albúmen, qualidade de ovos, armazenamento.

ABSTRACT: The objective of this study was to determine the eggs foam stability from laying hens, in organic production system, with different ages of laying, throughout their shelf life. A total of 384 brown eggs were collected of laying hens with different ages (40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 and 110 weeks of age) and foam stability evaluation were performed on the day of collection (zero) and at 14, 28 and 42 days of storage, with 12 replicates each. The 10 ml of each albumen was pipetted into a plastic container and was mixed in an electric mixer for

two minutes. The formed foam was transferred to funnel over a volumetric beaker, and after 60 minutes the amount of liquid formed (mL) was measured. The eggs from laying hens with 40 week old obtained poor foam stability throughout the storage. In 110-week-old poultry eggs, the foam stability improved with the advance of storage. On the day of egg collect (day zero), egg foam stability was similar between hens at 40 and 110 weeks of age (2.10mL and 2.18mL, respectively). At 42 days of storage, the eggs of younger laying hens (40 weeks) obtained 6.30mL of drained liquid while the eggs of older laying hens (110 weeks) obtained 1.27mL. The foam stability from eggs in organic production system was better in laying eggs older and stored longer.

KEYWORDS: albumen, egg quality, storage.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo de ovos no Brasil vem aumentando significativamente nas últimas cinco décadas, fato que tem mantido o país entre os sete maiores produtores de ovos do mundo (Lana, 2017).

O ovo é considerado um dos alimentos mais nutritivos da dieta humana, sendo sua composição rica em vitaminas, minerais, ácidos graxos e proteínas de excelente valor biológico (RÊGO et al., 2012). Na indústria de alimentos, os ovos são considerados um ingrediente multifuncional, podendo ser incorporados em diversos sistemas alimentares, incrementando o valor nutricional, conferindo cor, aroma e sabor, bem como, melhorando as propriedades de emulsificação, de formação de espumas e de gelificação (SANTANA, 2017; KIOSSEOGLOU; PARASKEVOPOULOU, 2006).

A qualidade do ovo é medida através de características desejadas e valorizadas pelos consumidores, sendo percebida pelos atributos sensoriais, nutricionais, tecnológicos, sanitários, ausência de resíduos químicos, étnicos e de preservação ambiental (Sfaciotte, 2014). De acordo com RIISPOA do MAPA, Decreto nº 9.013 de 29 de Março de 2017, que regulamentou a Lei nº 1.283 de 18 de Dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889 de 23 de Novembro de 1989, entende-se por clara o produto obtido do ovo desprovido da casca e separado da gema.

A clara do ovo tem como principal funcionalidade a aeração, ou formação de espuma, que é resultado de uma agregação de ar em uma rede composta por suas proteínas (Gallo, 2015). Essas proteínas se ligam quando submetidas a um estresse físico, como exemplo, o batimento manual ou mecânico. A aeração se dá pela dispersão de bolhas de ar em um meio líquido ou sólido (Sponton, 2017). Quando se inicia o batimento das claras ocorre formação de grandes bolhas cercadas por albumina desnaturada. À medida que se continua o processo de batimento, o tamanho das bolhas de ar reduz e consequentemente aumenta seu número, havendo, assim, aumento do volume pela incorporação de ar (Araújo et al., 2001). A clara do ovo é um excelente agente espumante (Sponton, 2017).

A espuma da clara do ovo pode contribuir para dar leveza a produtos que

utilizam ovos em sua composição. A capacidade de formação de espuma, que constitui a propriedade mais importante da albumina é definida como a retenção prolongada de um grande volume de gás na forma de pequenas bolhas, cercadas por uma parede fina de proteína, chamada de lamela estável, semirrígida e elástica (Sadahira, 2015). A estabilidade da espuma refere-se à retenção do volume máximo de espuma formada em função do tempo de repouso, sendo geralmente medida pela liberação de fluido da espuma (Sadahira, 2017). A capacidade de formar espuma e a sua estabilidade são importantes critérios das propriedades espumantes. A desestabilização da espuma da clara do ovo envolve a drenagem do fluido das lamelas e a perda de gás através da quebra da mesma (Powrie & Nakai, 1985). Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da idade de postura das aves e do período de armazenamento sobre estabilidade de espuma do albúmen de ovos de sistema de produção orgânico ao longo da sua vida de prateleira.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os ovos foram coletados em uma propriedade produtora de ovos situada na cidade de Viamão/RS ($30^{\circ}06'28.4''S$ $51^{\circ}03'57.0''W$), vinculada à Associação Agroecológica do Rio Grande do Sul, e recebeu o certificado de Conformidade Orgânica através da Rede de Agroecologia Ecovida em Outubro de 2011. As avaliações de estabilidade de espuma foram realizadas na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Foram coletados 384 ovos marrons durante o período experimental, que foi de Julho de 2016 à outubro de 2017. Os ovos foram coletados quando as aves de postura, da linhagem Isa Brown, completaram diferentes idades de postura (40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 e 110 semanas), lavados em água corrente, secos com ventilação forçada e após pesagem dos mesmos, foram distribuídos para posterior avaliação do tempo de armazenamento. Todos os ovos foram armazenados em sala com controle de umidade relativa do ar ($70 \pm 4\%$) e temperatura ($14 \pm 2^{\circ}C$) e foram avaliados em diferentes períodos de armazenamento (0, 14, 28 e 42 dias) a fim de caracterizar a estabilidade de espuma ao longo da vida de prateleira dos mesmos.

A estabilidade da espuma foi determinada segundo adaptação do método de McKellar e Stadelman (1995). Foram pipetados 10 ml de cada amostra de albúmen (clara) e estes foram batidos com auxílio de uma batedeira durante 2 minutos, em rotação constante (1300 RPM). A espuma formada foi transferida para um funil, que ficou disposto sob uma proveta volumétrica durante 60 minutos, e após transcorrido esse período, foi medida a quantidade de líquido drenado em mililitros (ml).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 8×4 , sendo oito idades de postura e quatro períodos de armazenamento, com 12 repetições cada. Os dados foram submetidos à análise de variância através do PROC

GLM. As médias foram comparadas pelo teste de TUKEY a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas no pacote computacional SAS®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da estabilidade de espuma houve interação significativa entre os fatores avaliados (Tabela 1). A estabilidade da espuma apresentou melhora de qualidade com o aumento do tempo de armazenamento e da idade de postura das aves (Gráfico 1).

Idade (semanas)	Dias de armazenamento			
	0	14	28	42
40	2,10 ^{Aa}	4,97 ^{Aa}	5,52 ^{Aa}	6,30 ^{Aa}
50	3,35 ^{Bb}	4,53 ^{Bb}	3,20 ^{Bb}	3,65 ^{Bb}
60	2,44 ^{Aa}	4,22 ^{Bb}	3,01 ^{Bb}	1,85 ^{Aa}
70	2,97 ^{Bb}	3,25 ^{Bb}	3,47 ^{Bb}	1,62 ^{Aa}
80	3,80 ^{Bb}	3,80 ^{Bb}	2,92 ^{Bb}	3,08 ^{Aa}
90	3,35 ^{Bb}	3,73 ^{Bb}	2,87 ^{Bb}	3,10 ^{Aa}
100	2,87 ^{Bb}	4,06 ^{Bb}	3,15 ^{Ab}	1,66 ^{Aa}
110	2,18 ^{Aa}	2,84 ^{Aa}	1,92 ^{Aa}	1,27 ^{Ab}

Tabela 1 – Interação entre idade de postura e período de armazenamento sobre a estabilidade de espuma de ovos (volume de líquido drenado em mL).

*Letras maiúsculas diferem na coluna e minúsculas diferem na linha pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade, $P<0,001$.

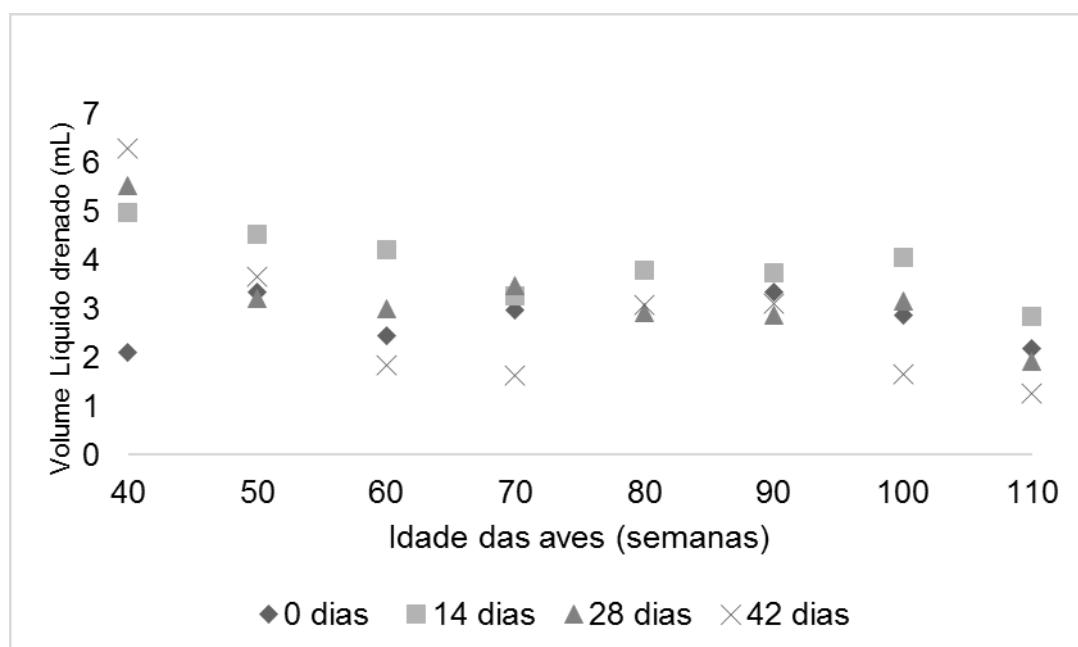


Gráfico 1: Estabilidade de espuma de ovos ao longo do período de armazenamento.

Ao comparar a quantidade de líquido drenado, no final dos 60 minutos de espera, aos 42 dias de armazenamento de ovos de poedeiras com 40 e 110 semanas de idades, verificou-se que as aves mais novas apresentaram o dobro de líquido drenado, ou seja, apresentaram uma estabilidade de espuma inferior às espumas oriundas de ovos mais velhos. Por outro lado, Ferreira (2013), avaliou a estabilidade de espuma de ovos de poedeiras em sistema de produção orgânica com diferentes idades e encontrou valores inferiores a 18% de líquido drenado em todas as idades avaliadas. Em experimento feito por Kraemer (2003) avaliando a estabilidade de espuma de ovos armazenados por até 18 dias, houve aumento na quantidade de líquido drenado da espuma em função do aumento do período de armazenamento. Da mesma forma, Alleoni (1997) avaliou a estabilidade de espuma de ovos frescos, refrigerados (8°C) e em temperatura ambiente (25°C) em diferentes períodos de armazenamento (0, 7, 14 e 21 dias) e verificou maior quantidade de líquido drenado em ovos armazenados por mais tempo, independentemente da temperatura de estocagem.

A alteração da estabilidade de espuma como propriedade funcional se deve a uma diminuição na quantidade da proteína ovoalbumina, devido à sua conversão para s-ovoalbumina durante o período de armazenamento (KRAEMER, 2003). Esses resultados podem também ser devido ao aumento da espessura da casca dos ovos durante a vida produtiva das galinhas, fazendo com que estes percam maior quantidade de água podendo concentrar as quantidades de proteínas encontradas no albúmen e, consequentemente, fazendo com que a espuma seja mais estável (POLETTI, 2017).

Em ovos brancos, a estabilidade da espuma também decresceu com o avançar da idade das poedeiras. Hammershoj e Qvist (2001) analisaram este fator em ovos de aves White Leghorn de 24 a 71 semanas de idade, mantidos por 14 dias a 4°C, e verificaram que o líquido incorporado durante a formação da espuma não foi mantido em albúmen de aves mais velhas; ou seja, quanto mais velha a ave, maior foi a quantidade de líquido drenado. Do ponto de vista prático, outros fatores podem interferir na estabilidade de espuma, tais como tempo de tratamento, velocidade da agitação, natureza e tipo de batedor, temperatura e homogeneização (Panuwat, 2016). Uma maior estabilidade de espuma proporciona melhores resultados finais nos produtos que utilizam clara de ovos em sua fabricação, como exemplo suflês, bolos e pães e na indústria alimentícia, e isto pode ser de grande interesse do setor alimentício (PEREIRA, 2017).

4 | CONCLUSÃO

A estabilidade de espuma de ovos oriundos de sistemas de produção orgânico foi maior com o aumento do período de armazenamento dos ovos e com o avanço da idade das aves.

Em ovos oriundos do sistema de produção orgânico, a maior estabilidade de

espuma pode ser encontrada em ovos frescos de aves jovens, com 40 semanas de idade e também em ovos de aves com idade avançada, com mais de 100 semanas de idade e com mais de 14 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ALLEONI, A.C.C. **Efeito da temperatura e do período de armazenamento na qualidade do ovo, nos teores de s-ovalbumina e nas propriedades funcionais da clara do ovo.** Dissertação (Mestrado em Ciência da Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP. 1997.
- ARAÚJO, W. A. G; ALBINO, L. F. T. **Incubação comercial.** Transworld Research Network.p. 105 –138, 2001.
- BRASIL, 2017. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA).** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/diariooficial-publica-decreto-do-novo-regulamento-de-inspecao-industrial-e-sanitaria>. Acesso em 10 de janeiro de 2019.
- CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M. et al. **Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades.** Ciência Animal Brasileira, v.8, n.1, p.25-29, 2017.
- GALLO, L.R.R. **Gel de chia: vida de prateleira e substituição de ovo.** Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, 2015.
- HAMMERSHOJ, M.; QVIST, K.B. **Importance of hen age and egg storage time for egg albumen foaming.** Journal of the Science of Food and Agriculture, v79 :859 – 868, 2001.
- KIOSSEOGLOU, J.; PARASKEVOPOULOU, A. HUI, Y. H. **Part II. Major Baking Ingredients: Eggs.** In: Baking products: science and technology. 1th ed., Blackwell Publishing, p. 161-172, 2006.
- KRAEMER, F.B.; HUTTEN, G.C.; TEIXEIRA, C.E.; PARDI, H.S.; MANO, S. **Avaliação da qualidade interna de ovos em função da variação da temperatura de armazenamento.** Revista Brasileira de Ciência Veterinária, v. 10, n. 3, p. 145-151, 2003.
- LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; SALVADOR, E.L.; LANA, A.M.Q.; CUNHA, F.S.A. MARINHO, A.L. **Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v.18, n.1, p.140-151 jan./mar., 2017.
- MCKELLAR, M.B.; STADELMAN, W.J. **A method for measuring volume and drainage of egg white foams.** Poultry Science, v. 34, p. 455, 1955.
- PANUWAT,S.; THITIPORN, T.; ORNSIRI, S.; SURACHAI, K. **Shelf life extension of “fios de ovos”, an intermediate-moisture egg-based dessert, by active and modified atmosphere packaging.** Food control, v.70 pp. 58-63, 2016.
- PEREIRA, T.S.; PINHEIRO, W.S.; NEGREIROS, J.K.S.; SOUSA, C.C.; CAVALCANTE, J.A. **Caracterização de clara de ovo e do seu pó obtido por secagem em camada de espuma (foam-mat drying).** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.19, n.2, p.167-175, 2017.
- POLETTI,B. **Vida de prateleira de ovos de poedeiras com diferentes idades de postura em sistema orgânico de produção.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

POWRIE, W.D.; NAKAI, S. **Characteristics of edible and fluids of animal origin: egg.** In: Fennema, O. Food chemistry, p.829-855, 1985.

RÊGO, I.O.P.; CANÇADO, S.V; FIGUEIREDO, T.C.; MENEZES, L.D.M.; OLIVEIRA, D.D.; LIMA, A.L.; ALDEIRA, L.G.M.; ESSER, L.R. **Influência do período de armazenamento na qualidade do ovo integral pasteurizado refrigerado.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 64, n.3, p.735- 742. 2012.

SADAHIRA, MITIE S. ; LOPES, FERNANDA C. REZENDE ; RODRIGUES, MARIA I. ; YAMADA, AUREO T. ; CUNHA, ROSIANE L. ; NETTO, FLAVIA M. **Effect of pH and interaction between egg white protein and hydroxypropylmethylcellulose in bulk aqueous medium on foaming properties.** Carbohydrate Polymers, v. 125, p. 26-34, 2015.

SADAHIRA, MITIE S.; RODRIGUES, MARIA I.; AKHTAR, MAHMOOD; URRAY, BRENT S. ; NETTO, FLAVIA M. . **Effect of egg white protein-pectin electrostatic interactions in a high sugar content system on foaming and foam rheological properties.** Food Hydrocolloids , v. 58, p. 1-10, 2016.

SANTANA, F.C.O. **Caracterização, capacidade espumante e estabilidade de espumas de claras de ovos frescas, pasteurizadas e desidratadas.** Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.

SFACIOTTE, R.A.P, BARBOSA, M.J.B, et al. **Efeito do período de armazenamento sobre a qualidade de ovos brancos para consumo humano.** PUBVET, Londrina, v.8, n.19, Ed. 268, Art.1782, 2014.

SPONTON, O.E.; PEREZ, A.A.; RAMEL, J.V.; SANTIAGO, L.G. **Protein nanovehicles produced from egg white. Part 2: Effect of protein concentration and spray drying on particle size and linoleic acid binding capacity.** Food Hydrocolloids. 2017.

FATORES ANTINUTRICIONAIS EM GRÃOS DE QUINOA

Antonio Manoel Maradini Filho

Departamento de Engenharia de Alimentos – Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário – CEP 29500-000 – Alegre – ES – Brasil, Telefone: (+55 28)3552-8639 – e-mail: (antoniomaradinifilho@yahoo.com)

João Tomaz da Silva Borges

Departamento de Nutrição - Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Av. 1º de Junho, 1043 - CEP 39705-000 - São João Evangelista – MG – Brasil, Telefone: (+55 33)3412-2938 – e-mail: (jtsborges@yahoo.com)

Mônica Ribeiro Pirozi

Departamento de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, Campus Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa – MG – Brasil, Telefone: (+55 31)3899-1620 – e-mail: (mpirozi@ufv.br)

Helena Maria Pinheiro Sant'Ana

Departamento de Nutrição e Saúde - Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, Campus Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa – MG – Brasil, Telefone: (+55 31)3899-3731 – e-mail: (helena.santana@ufv.br)

José Benício Paes Chaves

Departamento de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs, Campus Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa – MG – Brasil, Telefone: (+55 31)3899-1758 – e-mail: (jbchaves@ufv.br)

Eber Antonio Alves Medeiros

Departamento de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Viçosa, Av. P. H. Rolfs,

Campus Universitário - CEP 36570-900 – Viçosa – MG – Brasil, Telefone: (+55 31)3899-1796 – e-mail: (ebermedeiros@yahoo.com.br)

RESUMO: Um dos principais problemas decorrentes do uso de vegetais como fonte de nutrientes na alimentação está na presença de alguns compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas. O termo ‘fator antinutricional’ (FAN) tem sido usado para descrever essa classe de compostos presentes numa extensa variedade de alimentos de origem vegetal, que, quando consumidos, reduzem seu valor nutritivo, interferindo em sua digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, e podem acarretar efeitos danosos à saúde se ingeridos em altas concentrações. Na semente de quinoa, os FAN identificados são saponinas, ácido fítico, taninos, nitratos, oxalatos e inibidores de tripsina. Essas substâncias encontram-se presentes em maior concentração nas camadas externas do grão. Contudo, estudos sobre os possíveis antinutrientes da quinoa ainda são escassos, e pouco se conhece a respeito de seus efeitos antinutricionais e, ou, tóxicos que possam comprometer a sua qualidade nutritiva, a fim de incorporá-la, de forma efetiva, na dieta humana. O objetivo deste trabalho foi quantificar os principais fatores antinutricionais presentes

nos grãos de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru, comparando-a com a variedade importada Real e propor algumas técnicas para sua inativação ou redução a níveis seguros à saúde, para que o consumo da quinoa possa ser definitivamente incorporado à nossa dieta. Os grãos de quinoa ‘BRS Piabiru’ apresentaram maior concentração de saponinas, ácido fítico e nitratos, não havendo diferença nos teores de taninos. Entretanto, os teores destes compostos, nas duas variedades estudadas, foram inferiores aos valores normalmente relatados em outros estudos.

PALAVRAS-CHAVE: *Chenopodium quinoa*; antinutrientes; segurança alimentar; valor nutritivo.

ABSTRACT: One of the main problems arising from the use of vegetables as a source of nutrients in the diet is in the presence of some compounds derived from the secondary metabolism of plants. The term ‘antinutritional factor’ (ANF) has been used to describe this class of compounds present in a wide variety of foods of plant origin, which, when consumed, reduce their nutritive value, interfering in their digestibility, absorption or nutrient utilization, and can have effects health hazards if swallowed in high concentrations. In the quinoa seed, the identified ANF are saponins, phytic acid, tannins, nitrates, oxalates and trypsin inhibitors. These substances are present in greater concentration in the external layers of the grain. However, studies on the possible antinutrients of quinoa are still scarce, and little is known about their antinutritional and / or toxic effects that may compromise their nutritional quality in order to effectively incorporate it into the human diet. The objective of this study was to quantify the main anti-nutritional factors present in quinoa grains of Brazilian variety BRS Piabiru, comparing it with the imported variety Real and propose some techniques for inactivation or reduction to safe levels to health, so that the consumption of quinoa can be definitely incorporated into our diet. The quinoa grains ‘BRS Piabiru’ showed higher concentration of saponins, phytic acid and nitrates, with no difference in tannin levels. However, the levels of these compounds in both varieties studied were lower than usually reported in other studies.

KEYWORDS: *Chenopodium quinoa*; antinutrientes; food safety; nutritive value.

1 | INTRODUÇÃO

Embora a maioria dos grãos de cereais e leguminosas apresente quantidade consideravelmente elevada de proteínas, calorias, vitaminas e minerais, um dos principais problemas decorrentes de sua utilização como fonte de nutrientes na alimentação está na presença de alguns compostos oriundos do metabolismo secundário das plantas que, quando consumidos, reduzem seu valor nutritivo, interferindo em sua digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes, podendo acarretar efeitos danosos à saúde se ingeridos em altas concentrações (BENEVIDES et al., 2011; BORGES et al., 2010; KHATTAB; ARNTFIELD, 2009; LOPES et al., 2009; SANTOS, 2006).

Vários tipos de fatores antinutricionais têm sido identificados nos diferentes vegetais. Na semente de quinoa, os fatores antinutricionais identificados são saponinas, ácido fítico, taninos, nitratos, oxalatos e inibidores de tripsina. Essas substâncias encontram-se presentes em maior concentração nas camadas externas do grão. Contudo, estudos sobre a presença desses compostos na quinoa ainda são escassos e pouco se conhece a respeito de seus efeitos na qualidade nutritiva, para que se possa incorporá-la de forma efetiva nas dietas humana e animal (BORGES et al., 2010; KOZIOL, 1992; LOPES et al., 2009).

O grão de quinoa possui revestimento natural denominado genericamente saponina, que tem gosto amargo e acre, sendo irritante para as mucosas. Apresenta propriedades tóxicas por ocasionar hemólises das células vermelhas do sangue. No entanto, embora seja extremamente tóxica para animais de sangue frio, sua toxicidade por via oral a mamíferos é baixa, e verificou-se que não exercem qualquer efeito negativo sobre a qualidade nutritiva da proteína (DINI et al., 2001; FARRO, 2008; JANCUROVÁ et al., 2009; KOZIOL, 1992; RUALES; NAIR, 1993a).

Embora algumas saponinas sejam consideradas tóxicas, por modificarem a permeabilidade das células da mucosa intestinal, podem ajudar na absorção de medicamentos específicos e diminuir o colesterol plasmático ou sérico. Na indústria farmacêutica são utilizadas como precursores para a síntese de esteroides, hormônios, contraceptivos, anti-inflamatórios, expectorantes e diuréticos (CASTEJON, 2011; DINI et al., 2001; SILVA, 2008).

Pelo seu gosto amargo característico, as saponinas normalmente são reduzidas, ou removidas da parte externa do grão de quinoa, com a finalidade de conferir melhor sabor e aceitação pelo consumidor, diminuindo-se também a sua toxicidade (BORGES et al., 2010; DINI et al., 2001; MUJICA et al., 2001; SPEHAR, 2007).

Os fitatos representam uma classe complexa de componentes naturais que ocorrem, principalmente, na casca da maioria dos cereais e leguminosas e afetam as suas propriedades funcionais e nutricionais. Podem formar complexos com proteínas, amidos e minerais no trato digestivo, reduzindo a biodisponibilidade desses nutrientes. Entretanto, podem agir como antioxidantes, reduzindo a peroxidação de membranas e a formação de radicais livres e atuar como anticarcinogênicos, fornecendo proteção contra o câncer de cólon e prevenção de enfermidades cardiovasculares (BENEVIDES et al., 2011; CARLI et al., 2006; JANCUROVÁ et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2003; PAULA, 2007; RUALES; NAIR, 1993a).

Os taninos estão incluídos no grupo dos polifenóis, substâncias naturais mais numerosas e extensamente distribuídas no Reino Vegetal. São encontrados em muitas plantas usadas pelo homem na forma de ervas medicinais, na alimentação e na fabricação de bebidas. Nas plantas, os taninos podem ser encontrados em raízes, flores, frutos, folhas, cascas e na madeira (CASTEJON, 2011; MONTEIRO et al., 2005; QUEIROZ et al., 2002).

Os taninos formam complexos com as proteínas, tornando-as insolúveis e

inativando enzimas, além de se ligarem a outras macromoléculas como o amido, causando a redução no valor nutricional dos alimentos (SANTOS, 2006). São atribuídos aos taninos outros efeitos prejudiciais, como cor indesejável aos alimentos, devido a reações de escurecimento enzimático e diminuição da sua palatabilidade, devido à adstringência, além de outros efeitos antinutricionais, como danos à mucosa intestinal e interferência na absorção de ferro, glicose e vitamina B₁₂ (BENEVIDES et al., 2011; CASTEJON et al., 2011; SANTOS, 2006). No entanto, os taninos apresentam-se como importantes substratos em alguns setores da indústria, como na produção de cerveja e de resinas e no curtimento de pele animal para produção de couro (SANTOS, 2006).

Apesar da ação negativa do tanino no valor nutritivo de certos alimentos, estudos têm demonstrado que os compostos fenólicos, incluindo os taninos, apresentam atividades antioxidantes e anti-inflamatórias, que podem inibir ou retardar a formação de radicais livres e as reações de oxidação nos tecidos e membranas. Estudos experimentais em animais e em cultura de células humanas têm mostrado o papel dos polifenóis na prevenção de doenças cardiovasculares, neurodegenerativas, câncer, diabetes e osteoporose (HIROSE et al., 2010; NSIMBA et al., 2008; SCALBERT et al., 2005).

Inibidores de proteases são proteínas amplamente distribuídas no Reino Vegetal, que tem a capacidade de inibir a atividade de enzimas proteolíticas como a tripsina, quimiotripsina e carboxipeptidase, formando complexos muito estáveis. A presença dos inibidores de tripsina no trato intestinal reduz a ação das enzimas responsáveis pela digestão das proteínas, levando ao aumento na produção enzimática pelo pâncreas, com consequente hipertrofia deste órgão, além da redução na taxa de crescimento. Na nutrição humana, tais fatores antinutricionais têm pequena consequência, pois são termolábeis e geralmente destruídos nas condições normais de preparo doméstico ou industrial dos alimentos (KHATTAB; ARNTFIELD, 2009; LOPES et al., 2009; PAULA, 2007).

Os nitratos estão presentes no solo e na água, sendo distribuídos em alimentos de origem animal e vegetal. Algumas plantas acumulam nitrato nas raízes e na parte aérea quando a absorção excede as suas necessidades metabólicas. Entretanto, os órgãos reprodutivos, frutos e sementes são supridos com aminoácidos via floema, possuindo, dessa forma, baixos teores de nitrato (BENINNI et al., 2002; SANTOS, 2006). No ser humano, interfere no metabolismo da vitamina A e nas funções da glândula tireoide, podendo sofrer redução a nitrito no organismo e, após absorvidos, originam cianoses devido à formação de metamioglobina ou, ainda, reagem com aminas secundárias e terciárias, formando compostos N-nitrosos, potencialmente carcinogênicos (BENEVIDES et al., 2011; BENINNI et al., 2002; LOPES et al., 2009; PAULA et al., 2009; SANTOS, 2006).

Apesar da presença dos fatores antinutricionais no grão de quinoa, estas substâncias podem ser inativadas ou reduzidas a níveis seguros à saúde quando se utilizam técnicas adequadas de processamento industrial e, ou, doméstico no preparo

desse alimento (BORGES et al., 2010).

É essencial a realização de estudos dos fatores antinutricionais dos vegetais de uso convencional e não convencional, a fim de determinar quais são os compostos que interferem no seu valor nutritivo. Assim, há necessidade de estudos mais detalhados para determinação de seus principais fatores antinutricionais.

Objetivou-se com este trabalho determinar e quantificar os principais fatores antinutricionais presentes em grãos de quinoa propondo algumas técnicas adequadas para a inativação ou redução a níveis seguros à saúde, contribuindo para que o consumo da quinoa possa ser definitivamente incorporado à nossa dieta.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado nos Laboratórios de Pesquisa de Cereais, Amido, Farinha e Panificação Experimental e de Embalagens, do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa. A quantificação de ácido fítico e dos inibidores de tripsina foi realizada no Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos do ITAL (Campinas, SP), e a quantificação de taninos e de nitratos foi realizada na Agrolab (Vila Velha, ES).

2.1 Matéria-prima

Foram utilizados grãos de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) da variedade BRS Piabiru safra 2013, Lote BSB-004/13, fornecida pela EMBRAPA Cerrados, Planaltina, DF. As mesmas análises foram conduzidas com grãos de quinoa ‘Real’ safra 2013, Lote SP152303/0213, importada do Peru, adquirida da empresa Boaluz Comércio de Gêneros Alimentícios Ltda., São Paulo, SP.

2.2 Métodos

Os grãos de quinoa de cada variedade foram peneirados, limpos manualmente para separação de material indesejável, partículas menos densas e material mais fino proveniente da colheita e debulha e armazenados em sacos plásticos de polietileno, identificados e mantidos sob refrigeração (5 ± 2 °C) até o momento das análises, para evitar degradação de seus principais componentes durante o período do experimento.

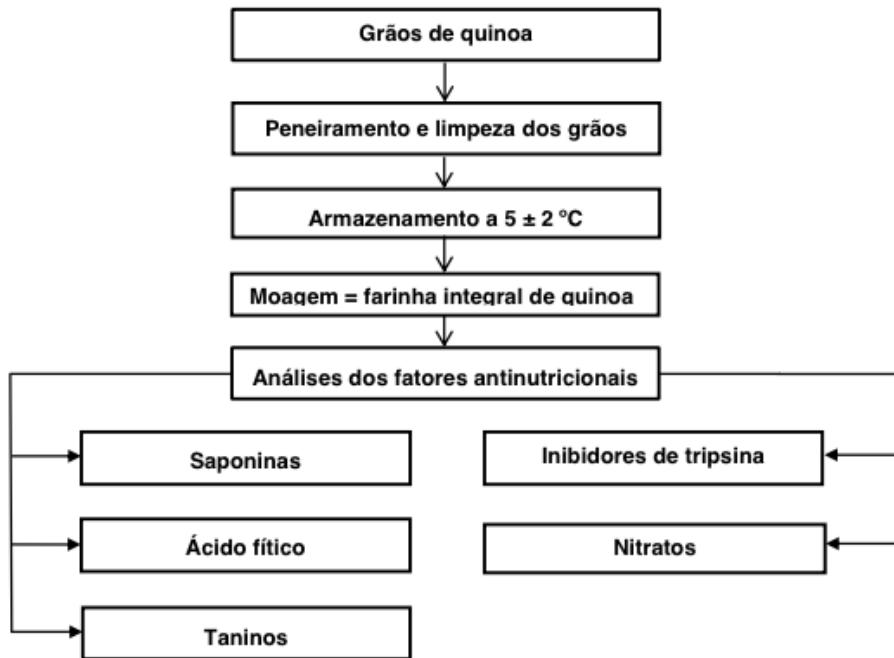


Figura 1 – Fluxograma das etapas de limpeza e das análises dos fatores antinutricionais dos grãos das duas variedades de quinoa.

A determinação de saponinas foi realizada por espectrofotometria baseada no procedimento estabelecido por Monje e Raffaillac (2006) conforme descrito por Lozano et al. (2012) utilizando-se o reagente de Lieberman-Burchard. A extração foi realizada segundo procedimento descrito por Lozano et al. (2012), utilizando-se como solução extratora etanol:água (1:1) e relação de massa de grãos por volume de solvente de 1:9 (g mL⁻¹), procedendo-se a maceração sob agitação por 24 horas à temperatura ambiente. A absorbância foi medida a 528 nm.

Os fitatos foram determinados pelo método colorimétrico baseado na reação entre o íon férrico e o ácido sulfossalicílico (reagente de Wade - RW) com formação de um complexo de cor rosa escuro que possui absorção máxima a 500 nm, de acordo com a metodologia MA-CQ 179 (ITAL, Campinas, SP), baseada no trabalho de Latta e Eskin (1980).

A determinação da concentração de taninos nas amostras de quinoa foi realizada utilizando-se o método 255/IV do Instituto Adolfo Lutz (Brasil, 2005) que envolve a redução do reagente Folin-Dennis, em meio básico, pelo tanino presente na amostra, produzindo uma coloração azul intensa que é medida na região do visível a 760 nm. O resultado foi expresso em ácido tânicoo.

A atividade dos inibidores de tripsina foi analisada com base no método enzimático que utiliza o Benzoil D,L-arginina-p-nitroanilida (BAPA) como substrato, conforme metodologia MA-CQ093 (ITAL, Campinas, SP), baseada no método oficial da AOCS Ba 12-75 (2009). O método baseia-se na hidrólise da ligação éster e amida do BAPA, um derivado sintético de aminoácidos, pela tripsina livre dos inibidores, sendo o produto da hidrólise, p-nitroanilida, determinada espectrofotometricamente. A atividade dos

inibidores de tripsina é expressa em unidade de tripsina, sendo considerada como o número de unidades de tripsina inibidas por mg de amostra (UTI/mg). Uma unidade de tripsina é definida arbitrariamente como o aumento de 0,01 unidade de absorbância a 410 nm por 10 mL da mistura reativa, nas condições utilizadas pelo método (AOCS, 2009). A determinação da atividade de inibidores de tripsina foi feita em duplicata, para cada variedade de quinoa.

A determinação de nitratos foi realizada utilizando o método 284/IV (BRASIL, 2005 citado por MANTOVANI et al., 2005). O nitrato é reduzido a nitrito em coluna de cádmio metálico em meio alcalino. A reação baseia-se na diazotação dos nitritos com ácido sulfanílico e copulação com cloridrato de alfanaftilamina em meio ácido, formando o ácido alfanaftilamino-p-azobenzeno-p-sulfônico de coloração rósea. O produto resultante é determinado espectrofotometricamente a 540 nm.

Os resultados foram analisados estatisticamente por meio de ANOVA e teste F ($p<0,01$), utilizando o programa SAS.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os grãos de quinoa da variedade BRS Piabiru apresentaram teor de saponinas superior ($p<0,01$) em relação aos grãos de quinoa da variedade Real, apesar de a quinoa produzida no Brasil ser considerada variedade de quinoa “doce”, ou seja, com baixo teor de saponinas. Os grãos da variedade Real adquiridos comercialmente normalmente são processados e polidos para remoção da maior parte das saponinas presentes, verificando-se notável diferença na superfície desses em relação aos grãos da variedade de quinoa brasileira (não processada) e mostrando a eficiente remoção dessa camada após o processamento da quinoa importada, reduzindo, assim, a quantidade de saponinas desses grãos.

Koziol (1992) encontrou teores de saponinas em grãos de quinoa variando de 0,07% (bs) na variedade Sajama até 1,12% (bs) na variedade INIAP-San Juan. Segundo esse autor, fatores como variedade, procedência e condições climáticas podem estar relacionados com as diferenças nos teores de saponinas, assim como os métodos de análise utilizados. Bhargava et al. (2006) citaram que o déficit hídrico no solo também pode afetar negativamente o teor de saponinas.

Compostos	Variedades			
	BRS Piabiru		Real	
	(bu)	(bs)	(bu)	(bs)
Saponinas (g 100 g ⁻¹)	0,61 ± 0,03**	0,68 ± 0,03**	0,43 ± 0,04	0,48 ± 0,04
Ácido fítico (g 100 g ⁻¹)	0,61 ± 0,06	0,68 ± 0,07	0,48 ± 0,04	0,54 ± 0,04
Taninos (g 100 g ⁻¹)	0,14	0,15	0,14	0,16

Inibidores de tripsina (UTI mg ⁻¹)	ND	0,17 ± 0,00
Nitratos (mg 100 g ⁻¹)	1,25	1,40

Tabela 1 – Concentração dos fatores antinutricionais nas farinhas integrais de quinoa das variedades BRS Piabiru e Real (média ± desvio-padrão)

UTI = unidades de tripsina inibidas.

ND = Não detectado.

**Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Vários outros autores determinaram a concentração de saponinas nos grãos de quinoa. Chauhan et al. (1992) obtiveram teor de 2,05 g 100 g⁻¹ (bs), Ruales e Nair (1993a) de 0,9 g 100 g⁻¹ (bs) e Ando et al. (2002) de 2,63 g 100 g⁻¹, valores superiores aos observados neste trabalho.

A quantidade de saponina normalmente é reduzida ou removida da parte externa do grão de quinoa, com a finalidade de conferir melhor gosto e aceitação pelo consumidor, diminuindo sua toxicidade. Esse processo pode ser realizado por meio da seleção de variedades de quinoa denominadas “doce”, por métodos úmidos (lavagem vigorosa em água fria) ou secos (tratamento térmico, extrusão, torrefação ou abrasão mecânica) ou por combinação dos dois métodos (BORGES et al., 2010; DINI et al., 2001; MUJICA et al., 2001; SPEHAR, 2007).

Apesar de a remoção da casca ser positiva para melhorar o gosto do produto, a desvantagem desse método é a perda de nutrientes como vitaminas e minerais, sendo essas perdas significativas no caso de potássio, ferro, zinco e manganês (JANCUROVÁ et al., 2009; RUALES; NAIR, 1993b). Por essa razão, sugere-se a utilização do método úmido combinado com o polimento, o que garante a obtenção de derivados de quinoa com teores de saponina efetivamente reduzidos e minimiza as perdas nutricionais (BORGES et al., 2010).

Os grãos de quinoa da variedade BRS Piabiru apresentaram 26% de ácido fítico a mais que os grãos da variedade Real, conforme mostrado na Tabela 1. Entretanto, os teores de ácido fítico obtidos neste trabalho foram inferiores ao teor de 1,34 g 100 g⁻¹ observado por Hager et al. (2012), porém superiores aos teores reportados por Chauhan et al. (1992) de 0,17 g 100 g⁻¹ (bs) em grãos integrais de quinoa e 0,19 g 100 g⁻¹ (bs) em grãos lavados. A concentração de ácido fítico em cinco diferentes variedades de quinoa estudadas por E. Tagliaferri (citado por KOZIOL, 1992) variou de 1,05 a 1,31 g 100 g⁻¹ (bs), e o teor médio de ácido fítico foi de 1,18 g 100 g⁻¹ em cinco variedades de quinoa estudadas por Valencia-Chamorro (citado por JANCUROVÁ et al., 2009).

Ruales e Nair (1993a), analisando a quantidade de ácido fítico em grãos de quinoa da variedade Latinreco-40057 do Equador, obtiveram teor de 1,04 g 100 g⁻¹ (bs) nos grãos inteiros e 0,78 g 100 g⁻¹ (bs) nos grãos polidos e lavados. Segundo esses autores, o processo de remoção de saponinas desses grãos por escovação e

lavagem reduziu aproximadamente 30% a quantidade de ácido fítico. Esse resultado pode explicar a diferença no teor de ácido fítico encontrada nas variedades de quinoa utilizadas neste estudo, visto que os grãos de quinoa ‘Real’ são normalmente polidos ou lavados para comercialização. Segundo Souza (2003 citado por PAULA, 2007), as variações nos teores de ácido fítico normalmente encontradas na literatura são devidas, além do genótipo, a variações nas condições ambientais e na dose aplicada de fertilizantes, ao armazenamento e aos métodos utilizados em sua determinação.

O conteúdo de ácido fítico pode ser significativamente reduzido por processos de maceração em água, germinação, cozimento ou fermentação. A eficiência da degradação é maior nos processos que favorecem a ativação da fitase, como germinação e fermentação (BORGES et al., 2010; KHATTAB; ARNTFIELD, 2009; OLIVEIRA et al., 2003; RUALES; NAIR, 1993a).

As duas variedades de quinoa estudadas apresentaram teores de taninos bem próximos: 0,15 g 100 g⁻¹ (bs) na variedade BRS Piabiru e 0,16 g 100 g⁻¹ (bs) na variedade Real.

Conforme Valencia-Chamorro (citado por JANCUROVÁ et al., 2009), os taninos estão presentes em pequenas quantidades nos grãos de quinoa, variando de 0,53 g 100 g⁻¹ em grãos integrais a 0,23 g 100 g⁻¹ após o descascamento e a lavagem com água. Goristein et al. (2008) relataram teores de taninos de 0,051 g 100 g⁻¹ (bs) em grãos de quinoa provenientes do Peru, e Ruales e Nair (1993a) verificaram que taninos não estavam presentes em níveis detectáveis em grãos de quinoa integrais ou polidos e lavados. Entretanto, Chauhan et al. (1992) constataram que o teor de taninos nos grãos de quinoa da variedade americana D-407 Colorado de porte baixo variou de 0,53% (bs) no grão inteiro a 0,39% (bs) no grão descascado e lavado com água.

A concentração de polifenóis nos alimentos varia de acordo com a genética, fatores ambientais e tecnológicos, e alguns desses podem ser controlados para otimizar o seu teor nos alimentos. Seus efeitos na saúde dependem tanto da quantidade ingerida quanto da sua biodisponibilidade, que pode apresentar grandes variações (CARDOSO et al., 2009). De acordo com Santos (2006), teores de polifenóis acima de 1,0 g 100 g⁻¹ (bs) são considerados elevados e prejudiciais à digestibilidade de proteínas. Dessa forma, as quantidades de taninos encontradas nas duas variedades de grãos de quinoa estudadas podem ser consideradas não prejudiciais à saúde.

A variedade Real apresentou teor de 0,17 UTI mg⁻¹, enquanto não foi detectado inibidor de tripsina na variedade BRS Piabiru, nas condições analíticas utilizadas. Baixos teores de inibidor de tripsina também foram reportados por vários autores (ANDO et al., 2002; RUALES; NAIR, 1993a; VEGA-GÁLVEZ et al., 2010).

Lopes et al. (2009) relataram teor de inibidor de tripsina de 2,11 UTI mg⁻¹ na farinha integral de quinoa ‘BRS Piabiru’, considerado inferior às quantidades presentes em outros alimentos vegetais comumente utilizados na alimentação humana no Brasil. Esse resultado coincidiu com valores citados por Jancurová et al. (2009), que reportaram quantidades desse fator antinutricional em amostras de quinoa na faixa de

1,36 a 5,04 UTI mg⁻¹, valores superiores aos encontrados neste trabalho.

Segundo Ando et al. (2002), os teores de inibidores de tripsina foram mais elevados no embrião das sementes de quinoa (0,16 UTI mg⁻¹) em relação ao grão inteiro (0,07 UTI mg⁻¹). Chauhan et al. (1992) pesquisaram os fatores antinutricionais presentes em grãos de quinoa e obtiveram teores de 4,0 UTI mL⁻¹ de inibidores de tripsina no grão inteiro, 6,5 UTI mL⁻¹ na casca e apenas 0,75 UTI mL⁻¹ no farelo e no grão polido e lavado com água. Na farinha, não foi detectada a presença de inibidores de tripsina, mostrando que esses compostos estão presentes somente nas camadas mais externas dos grãos de quinoa.

A quinoa contém pequenas quantidades de inibidores de tripsina, muito inferiores àquelas presentes em grãos comumente consumidos. Além disso, os tratamentos térmicos normalmente utilizados no preparo doméstico inativam essas proteínas e, portanto, não representam maiores preocupações.

Os grãos de quinoa da variedade brasileira BRS Piabiru apresentaram concentração de nitratos 50% superior à da variedade importada. O teor de nitrato encontrado por Lopes et al. (2009) na farinha integral de quinoa 'BRS Piabiru' (63,26 mg 100 g⁻¹) foi muito superior aos valores observados neste trabalho, nas duas variedades de quinoa estudadas.

O menor teor de nitratos observado na variedade importada pode ser devido ao processo de limpeza desses grãos para remoção de saponinas, uma vez que o íon nitrato tende a se difundir na água, pois é bastante solúvel, além do genótipo, de variações nas condições ambientais, na dose aplicada de fertilizantes, bem como aos métodos de análises utilizados.

Segundo Benevides et al. (2011), a ingestão diária aceitável (IDA) recomendada pela World Health Organization (WHO) dos íons nitrato e nitrito é de 3,7 e 0,06 mg kg⁻¹ de peso corpóreo por dia, respectivamente. Portanto, para um adulto de 60 kg, a ingestão de nitrato não deve ultrapassar 222 mg dia⁻¹ e de nitrito 3,6 mg dia⁻¹. Dessa forma, a farinha integral de quinoa não oferece risco à saúde do consumidor quanto à presença de nitratos.

4 | CONCLUSÕES

Os grãos de quinoa da variedade BRS Piabiru apresentaram baixa concentração de ácido fítico, taninos e nitratos, não sendo detectada a presença de inibidores de tripsina.

A variedade BRS Piabiru, considerada "doce", apresentou saponinas em seus grãos, necessitando de sua remoção para lhes conferir melhor gosto e melhor aceitação pelo consumidor.

Os baixos teores desses compostos indicam que a farinha integral de quinoa da variedade brasileira pode ser consumida sem risco à saúde quanto a esses fatores antinutricionais.

A utilização de processamento industrial e o emprego de técnicas adequadas de manipulação e preparo doméstico dos grãos e derivados de quinoa podem favorecer a redução dos principais fatores antinutricionais presentes, além de melhorar sua aceitação sensorial.

Espera-se que os resultados deste estudo possam contribuir para maior divulgação da quinoa como matéria-prima para a indústria de alimentos, para seu consumo doméstico e para novos estudos e pesquisas.

5 | AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão do apoio financeiro para a realização deste trabalho e à EMBRAPA (Planaltina – DF) pelo fornecimento da matéria-prima.

REFERÊNCIAS

ANDO, H.; CHEN, Y.; TANG, H.; SHIMIZU, M.; WATANABE, K.; MITSUNAGA, T. Food components in fractions of quinoa seed. **Food Science and Technology Research**, v. 8, n. 1, p. 80-84, 2002.

AOCS – AMERICAN OIL CHEMIST'S SOCIETY. Official methods and recommended practices of the American Oil Chemist's Society. AOCS Official Method Ba 12-75. 6th ed. reapproved 2009. Urbano, Illinois: AOCS, 2009.

BENEVIDES, C. M. J.; SOUZA, M. V.; SOUZA, R. D. B.; LOPES, M. V. Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 18, n. 2, p. 62-79, 2011.

BENINNI, E. R. Y.; TAKAHASHI, H. W.; NEVES, C. S. V. J.; FONSECA, I. C. B. Teor de nitrato em alface cultivada em sistemas hidropônico e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 183-186, Jun. 2002.

BHARGAVA, A.; SHUKLA, S.; OHRI, D. *Chenopodium quinoa* – An indian perspective. **Industrial Crops and Products**, v. 23, n. 1, p. 73-87, Jan. 2006.

BORGES, J. T. S.; BONOMO, R. C.; PAULA, C. D.; OLIVEIRA, L. C.; CESÁRIO, M. C. Características físico-químicas, nutricionais e formas de consumo da Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Temas Agrários**, v. 15, n. 1, p. 9-23, Enero/Junio, 2010.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE – ANVISA. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1018 p.

CARDOSO, R. M.; BARRÉRE, A. P. N.; TROVÃO, F. C. S. Os fitoquímicos e seus benefícios na saúde. **Einstein**: educação contínua em saúde. São Paulo, v. 7, n. 2 (PT 2), p. 106-109, 2009. Disponível em: <<http://www.einstein.br/einstein-saude/pagina-einstein/documents/os-fitoquimicos-e-seus-beneficios.pdf>>. Acesso em: 14 Nov. 2014.

CARLI, L.; ROSSO, N. D.; SCHNITZLER, E.; CARNEIRO, P. I. B. Estudo da estabilidade do complexo ácido fítico e o íon Ni(II). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 19-26, Jan./Mar. 2006.

CASTEJON, F. V. **Taninos e saponinas**. 2011. 26 f. Seminário Aplicado (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2011.

CHAUHAN, G. S.; ESKIN, N. A. M.; TKACHUK, R. Nutrients and antinutrients in quinoa seed. **Cereal Chemistry**, v. 69, n. 1, p. 85-88, 1992.

DINI, I.; SCHETTINO, O.; SIMIOLI, T.; DINI, A. Studies on the constituents of *Chenopodium quinoa* seeds: isolation and characterization of new triterpene saponins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 2, p. 741-746, Febr. 2001.

FARRO, P. C. A. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis a partir de derivados do grão de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willdenow) da variedade “Real”**. 2008. 303 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2008.

GORINSTEIN, S.; LOJEK, A.; CÍZ, M.; PAWELZIK, E.; DELGADO-LICON, E.; MEDINA, O. J.; MORENO, M.; SALAS, I. A.; GOSHEV, I. Comparison of composition and antioxidant capacity of some cereals and pseudocereals. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 43, n. 4, p. 629-637, Apr. 2008.

HAGER, A.-S.; WOLTER, A.; JACOB, F.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. **Journal of Cereal Science**, v. 56, n. 2, p. 239-247, Sep. 2012.

HIROSE, Y.; FUJITA, T.; ISHII, T.; UENO, N. Antioxidative properties and flavonoid composition of *Chenopodium quinoa* seeds cultivated in Japan. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1300-1306, Apr. 2010.

JANCUROVÁ, M.; MINAROVIČOVÁ, L.; DANDÁR, A. Quinoa: a review. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 27, n. 2, p. 71-79, 2009.

KHATTAB, R. Y.; ARNTFIELD, S. D. Nutritional quality of legume seeds as affected by some physical treatments 2. Antinutritional factors. **LWT – Food Science and Technology**, v. 42, n. 6, p. 1113-1118, Jul. 2009.

KOZIOL, M. J. Chemical composition and nutritional evaluation of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). **Journal of Food Composition and analysis**, v. 5, n. 1, p. 35-68, 1992.

LATTA, M.; ESKIN, M. A simple and rapid colorimetric method for phytate determination. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 28, n. 6, p. 1313-1315, Nov. 1980.

LOPES, C. O.; DESSIMONI, G. V.; DA SILVA, M. C.; VIEIRA, G.; PINTO, N. A. V. D. Aproveitamento, composição nutricional e antinutricional da farinha de quinoa (*Chenopodium quinoa*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, SP, v. 20, n. 4, p. 669-675, Out./Dez. 2009.

LOZANO, M.; TICONA, E.; CARRASCO, C.; FLORES, Y.; ALMANZA, G. R. Cuantificación de saponinas em resíduos de Quinua Real *Chenopodium quinoa* Willd. **Revista Boliviana de Química**, v. 29, n. 2, p. 131-138, 2012.

MANTOVANI, J. R.; DA CRUZ, M. C. P.; FERREIRA, M. E.; BARBOSA, J. C. Comparação de procedimentos de quantificação de nitrato em tecido vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p. 53-59, Jan. 2005.

MONTEIRO, J. M.; ALBUQUERQUE, U. P.; ARAÚJO, E. L.; AMORIM, E. L. C. Taninos: uma abordagem da química à ecologia. **Química Nova**, v. 28, n. 5, p. 892-896, 2005.

MUJICA, A.; JACOBSEN, S. E.; IZQUIERDO, J.; MARATHEE, J. O. **Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) Ancestral cultivo andino, alimento del presente y futuro**. Santiago, Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2001. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro03/home03.htm>>. Acesso em: 14 Nov. 2014.

NAVES, L. P.; RODRIGUES, P. B.; BERTECHINI, A. G.; CORRÊA, A. D.; OLIVEIRA, D. H.; OLIVEIRA, E. C.; DUARTE, W. F.; CUNHA, M. R. R. Comparison of methodologies to quantify phytate phosphorus in diets containing phytate and excreta from broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 27, n. 7, p. 1003-1012, Jul. 2014.

NSIMBA, R. Y.; KIKUZAKI, H.; KONISHI, Y. **Antioxidant activity of various extracts and fractions of *Chenopodium quinoa* and *Amaranthus* spp. seeds.** **Food Chemistry**, v. 106, n. 2, p. 760-766, Jan. 2008.

OLIVEIRA, A. C.; REIS, S. M. P. M.; CARVALHO, E. M.; PIMENTA, F. M. V.; RIOS, K. R.; PAIVA, K. C.; SOUSA, L. M.; ALMEIDA, M.; ARRUDA, S. F. Adições crescentes de ácido fítico à dieta não interferiram na digestibilidade da caseína e no ganho de peso em ratos. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 16, n. 2, p. 211-217, Abr./Jun. 2003.

PAULA, S. A. de. **Composição bioquímica e fatores antinutricionais de genótipos de soja.** 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

PAULA, D. C.; FRUTUOZO, J. R.; SANTOS, T. D.; PINHEIRO, A. L. B. Investigação do teor de nitrito em linguiças do tipo toscana, comercializadas na região de Franca-SP. **Revista Uniara**, v. 12, n. 2, p. 101-118, Dez. 2009.

QUEIROZ, C. R. A. A.; MORAIS, S. A. D.; NASCIMENTO, E. A. Caracterização dos taninos da aroeira-preta (*Myracrodroon urundeava*). **Revista Árvore**, v. 26, n. 4, p. 485-492, 2002.

RODRIGUES, W. A.; MAGALHÃES, P. C.; SANTOS, F. G.; BERTECHINI, A. G.; TOSELL, G. A. Métodos para determinar taninos em sorgo, avaliando-se o desempenho de aves e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 22, n. 4, p. 540-550, Out./Dez. 1998.

RUALES, J.; NAIR, B. M. Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. **Food Chemistry**, v. 48, n. 2, p. 137-143, 1993a.

RUALES, J.; NAIR, B. M. Content of fat, vitamins and minerals in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds. **Food Chemistry**, v. 48, n. 2, p. 131-136, 1993b.

SANTOS, M. A. T. Efeito do cozimento sobre alguns fatores antinutricionais em folhas de brócolis, couve-flor e couve. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p. 294-301, Mar./Abr. 2006.

SCALBERT, A.; MANACH, C.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 45, n. 4, p. 287-306, 2005.

SILVA, M. A. **Estudo térmico e cinético de precursores naturais de hormônios.** 2008. 87 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2008.

SPEHAR, C. R. (Ed. Técnico). **Quinoa:** alternativa para a diversificação agrícola e alimentar. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2007. 103 p.

VEGA-GÁLVEZ, A. V.; MIRANDA, M.; VERGARA, J.; URIBE, E.; PUENTE, L.; MARTÍNEZ, E. A. Nutrition facts and functional potential of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), an ancient Andean grain: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 90, p. 2541-2547, 2010.

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

Rafael Fernandes Almeida

IFBA, Engenharia de Alimentos

Barreiras – Bahia

Miriam Stephanie Nunes de Souza

IFBA, Engenharia de Alimentos

Barreiras – Bahia

Patrícia de Magalhães Prado

IFBA, Engenharia de Alimentos

Barreiras – Bahia

Camila Filgueira de Souza

IFBA, Engenharia de Alimentos

Barreiras – Bahia

Frederick Coutinho de Barros

IFBA, Engenharia de Alimentos

Barreiras – Bahia

sólidos gerados por esta indústria são a casca de arroz, farelo e quirera, obtidos das etapas de descascamento, brunição e separação, respectivamente. Palha e pó também são gerados, mas no pré-beneficiamento. No geral, para cada 58 kg de arroz beneficiado, 2 kg de quirela, 8 kg de farelo e 22 kg de casca, além de 4 kg de impurezas, são gerados. A inserção das cascas na elaboração de polpas de fruta, uso de farelo no preparo de ração animal e quirela na produção cervejeira estão entre as soluções propostas para tratamento destes resíduos. Estas soluções contribuem para que as indústrias se adequem as normas estabelecidas pela legislação e apliquem o destino correto aos resíduos, evitando assim prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública.

PALAVRAS-CHAVE: arroz, resíduos, sólidos, beneficiamento, tratamento.

ABSTRACT: The process of processing of rice generates a series of solid residues, some of which have commercial value and others do not. Based on this, the objective was to identify, characterize, quantify and propose treatments for these residues. For this qualitative-quantitative and exploratory work, a wide bibliographical research was carried out in periodicals, websites, electronic bookstores and current standards, as well as a technical visit to a Rice Processing industry located in the city

RESUMO: O processo de beneficiamento de arroz gera uma série de resíduos sólidos, sendo que alguns têm valor comercial e outros não. Com base nisso, objetivou-se identificar, caracterizar, quantificar e propor tratamentos para estes resíduos. Para este trabalho que é de cunho qualitativo-quantitativo e exploratório, foi realizada uma ampla pesquisa bibliográfica em periódicos, sites, livrarias eletrônicas e normas vigentes, bem como visita técnica a uma indústria de Beneficiamento de Arroz localizada na cidade de Barreiras-BA. Analisando os dados, pode-se observar que os principais resíduos

of Barreiras-BA. Analyzing the data, it can be observed that the main solid residues generated by this industry are the rice bark, bran and cherry, obtained from the stripping, bruning and separation stages, respectively. Straw and powder are also generated, but in pre-processing. In general, for every 58 kg of rice benefited, 2 kg of quirela, 8 kg of bran and 22 kg of bark, in addition to 4 kg of impurities, are generated. The insertion of the husks in the preparation of fruit pulps, the use of bran in the preparation of animal feed and quirela in the brewery production are among the solutions proposed for the treatment of these residues. These solutions help industries to meet the standards set by legislation and apply the correct destination to waste, thereby avoiding damage to the environment and public health.

KEYWORDS: rice, waste, solids, processing, treatment.

1 | INTRODUÇÃO

O arroz se destaca como um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo, caracterizando-se como principal alimento para mais da metade da população mundial (CONAB, 2015). E nesta larga produção, a FAO (2018) afirma que o Brasil é um dos países que ocupa posição de destaque, sendo o nono maior produtor de arroz do mundo.

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (2018), a produção de arroz no Brasil se concentra na região Sul, em especial no estado do Rio Grande do Sul, já que este estado tendo sido responsável por cerca de 70% de toda produção nacional nas últimas safras. Outros estados fora desta região são responsáveis por uma parcela bem menor da produção, a exemplo do estado da Bahia, que tem verificado uma queda de sua produção ao longo dos anos.

Na Bahia, o arroz é cultivado na região de Coaceral, município de Formosa do Rio Preto. Este plantio ocupa uma área de 7,8 mil hectares e é utilizado para aberturas de novas áreas em solos de baixa fertilidade. Mas nos últimos anos essa cultura tem perdido espaço para o sorgo e a soja (CONAB, 2018). No oeste da Bahia a cultura do arroz é tradicionalmente cultivada nas áreas novas devido, principalmente, à tolerância à acidez do solo. Geralmente o cultivo não se repete nos anos seguintes devido aos baixos preços de mercado (CONAB, 2016).

Por ser um alimento presente diariamente na mesa não só do povo barreirense, mas da população brasileira em geral, Cavalleri *et al.* (2010) afirmam que é preciso haver uma produção em larga escala e posteriormente, o beneficiamento do grão. Este processo é feito principalmente por indústrias que envolvem o descascamento e o processamento dos grãos de arroz, sendo posteriormente encaminhado ao comércio para venda ao consumidor final.

Todavia, o beneficiamento do arroz traz consigo a produção de diversos resíduos, que conforme Brasil (2002) são materiais ou substâncias inservíveis ou não passíveis de aproveitamento econômico, resultantes de diferentes atividades, como de origem

industrial; podendo estes resíduos serem sólidos, líquidos ou gasosos. Este é um problema que segundo Gastaldini e Irion (2001), atinge diretamente bacias hidrográficas e o meio ambiente como todo, pois estes resíduos são dispersos em grande volume na natureza, demorando a serem absorvidos naturalmente.

A partir destes fatos, surgem as seguintes questões: quais são os resíduos sólidos gerados pelas indústrias de beneficiamento de arroz e quais tratamentos podem ser adotados a fim de minimizar ou evitar sua dispersão no meio ambiente? A fim de responder a estas questões, foi proposto um estudo de cunho qualitativo-quantitativo e exploratório referente a este tema, tendo como base dados obtidos por meio de uma visita técnica realizada em uma indústria de beneficiamento de arroz, localizada na cidade de Barreiras-BA, bem como por meio de pesquisa em bibliografia a respeito do tema.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho se caracteriza por ser de cunho qualitativo-quantitativo e exploratório. Inicialmente, foi realizada uma visita técnica a uma indústria de Beneficiamento de Arroz localizada na cidade de Barreiras-BA, a fim de verificar quais os resíduos sólidos gerados, os tratamentos e aproveitamento realizados pela beneficiadora. Na ocasião, o responsável técnico mostrou todos os setores e o fluxo de processo. Os dados obtidos durante a visita foram sendo armazenados em fichas de anotação. Este trabalho foi acrescido de revisão bibliográfica realizada em diversos periódicos, como o da Capes; sites e livrarias eletrônicas, como a da SciELO; além de embasamento nas normas vigentes, tais como o da ABNT através da NBR 10.004/04, do MAPA com a Instrução Normativa nº 6 de 18 de Fevereiro de 2009, do MMA através das resoluções CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005; nº 316, de 29 de outubro de 2002 e nº 3, de 28 de junho de 1990, além da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) Lei N° 12.305 de 2010.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação, caracterização e quantificação dos resíduos sólidos: A Lei N° 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), define como resíduos sólidos o material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água e, ainda caracteriza os resíduos sólidos conforme a periculosidade que estes representam em razão do risco à saúde pública e ao meio ambiente.

De acordo a Norma Brasileira NBR 10.004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

Resíduos perigosos (classe I), aqueles em razão das suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. Classifica como resíduos não perigosos (classe II) àqueles que não se enquadram na definição de resíduos perigosos, sendo divididos em não inertes (classe II A), que podem apresentar propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água; e como inertes (classe II B) os que em contato com água destilada ou desionizada à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (ABNT, 2004).

Para Lorenzett, Neuhaus e Schwab (2012) os principais resíduos sólidos produzidos na indústria de arroz são a casca de arroz, farelo e grãos quebrados (quirera), em que a casca de arroz se destaca por representar cerca de 20% do total da produção de arroz, e uma vez descartadas na natureza podem causar desequilíbrios ambientais, devido sua absorção lenta, em torno de cinco anos. Em visita a uma indústria de Beneficiamento de Arroz localizada em Barreiras-BA, foram identificados a casca de arroz, farelo, quirera, palha e pó como os principais resíduos sólidos gerados durante o beneficiamento de arroz. Devido o pó e a palha (obtidas no processo de pré-beneficiamento do arroz) se apresentarem em baixíssimas quantidades, não é aplicada nenhuma forma de aproveitamento pela indústria, porém, as cascas são doadas para empresas avícolas e o farelo e a quirera são comercializados para ração animal.

Oriunda principalmente da etapa de descascamento, mas também solta no pré-beneficiamento do grão, a casca de arroz, de acordo a norma NBR 10.004 (ABNT, 2004), é classificada como resíduo sólido de classe II, ou seja, não inerte e não perigoso à saúde humana e ao meio ambiente; porém apresenta propriedades como biodegradabilidade e combustibilidade. Devido o teor de óxido de silício e fibras, a casca de arroz não possui valor nutritivo e por isso tem baixo valor comercial como resíduo, pois não são usadas na alimentação humana ou animal, entretanto, possui alto poder calorífico (fonte de carbono) e tem combustão rápida, devido à propriedade de combustibilidade, sendo conveniente e comum o uso como fonte de energia, consoante Lajara (2011). Azevedo *et al.* (2016) destacam que biodegradabilidade é um processo de degradação resultante da ação de microrganismos como bactéria e fungos, em que a casca de arroz é um dos diversos substratos utilizados por esses microrganismos, consumida para obtenção de energia e produção de outras substâncias.

O farelo de arroz é um resíduo gerado na etapa de brunição. Segundo Silva *et al.* (2010) o farelo de arroz é proveniente de algumas camadas externas do arroz integral que são retiradas para a produção do arroz polido, possui baixo valor comercial e geralmente é utilizado para extração de óleo, como ingrediente de ração animal e como fertilizante orgânico, sua composição química depende de fatores associados à própria constituição do grão ou do processo de beneficiamento. Em vista disso, como o farelo de arroz não apresenta características de resíduo perigoso (classe I) e não perigoso inerte (classe II B), de acordo a norma NBR 10.004 (ABNT, 2004), logo, este se enquadra como resíduo classe II A (não perigoso e não inerte).

Bortolini (2010) salienta que durante o beneficiamento do arroz, são produzidos grãos quebrados, classificados como quirera, sendo um problema econômico, pois a quirera de arroz apresenta a mesma composição centesimal média que um grão inteiro, além de ser uma fonte rica em amido. A composição nutricional da quirera de arroz em g/100g de amostra é em torno de 9,81 de proteínas; 0,62 de lipídeos; 0,78 de fibras; 88,05 de carboidratos; 0,78% de cinzas e 397,02 Kcal (Silva *et al.*, 2008). Para Junqueira *et al.* (2009) a quirera de arroz apresenta composição química semelhante ao milho, porém com menor teor de extrato etéreo, podendo ser utilizada em ração animal. A quirera de arroz assim como a casca e o farelo também se classifica como resíduo classe II A (ABNT, 2004).

O pó e a palha são resíduos da etapa de pré-beneficiamento. Para Lorenzett, Neuhaus e Schwab (2012) estes resíduos sólidos são impurezas grosseiras provenientes da colheita, e que acabam sendo recepcionados juntamente com os grãos de arroz, desse modo possuem origem orgânica. Por não apresentarem características que os definem como resíduo perigoso ou não perigoso inerte (ABNT, 2004), e ainda por dispor de quantidades irrelevantes no processo do beneficiamento do arroz (SAIDELLES *et al.*, 2012), podem ser considerados resíduos sólidos não perigosos e não inertes, classe II A.

A cinza de casca de arroz é um resíduo industrial liberado através da queima da casca de arroz. Apesar da Beneficiadora de Arroz de Barreiras-BA não executar esta etapa, segundo Foletto *et al.* (2005) este é um resíduo muito valorizado devido seu alto teor de sílica (>92%), podendo ser utilizada em vários ramos industriais. Além disso, a casca de arroz carbonizada é um substrato estéril graças ao processo de carbonização (Embrapa, 2007). Deste modo, analisando as características da cinza de casca de arroz, com base na NBR 10.004 da ABNT (2004), entende-se que as cinzas de casca de arroz integra a classe II A (resíduo não perigoso e não inerte), pois não apresenta características de periculosidade como patogenicidade, toxicidade e outros; porém apresentam características como biodegradabilidade, característico de resíduo não perigoso e não inerte. Entretanto, se essa cinza for descartada no meio ambiente, o excesso pode ocasionar poluição ambiental, pois, sabe-se que a cinza gerada na combustão apresenta certa quantidade de carbono residual, que é um grave poluente para o solo em grandes quantidades (FOLETTTO *et al.*, 2005).

Conforme Lorenzett, Neuhaus e Schwab (2012), para cada 66 kg de arroz beneficiado, este gera 20 kg de casca, 9 kg de farelo, 5 kg de quirela e volume não estimado de cinzas da queima da casca. Já para Tamiosso e Marian (2014), 58 kg de arroz beneficiado traz consigo 2 kg de quirela, 8 kg de farelo e 22 kg de casca, além de 4 kg de impurezas.

Sugestões de tratamento e aproveitamento dos resíduos sólidos: Os resíduos produzidos nas etapas de beneficiamento do arroz, já descritos, apresentam qualidades que devem ser aproveitadas, por isso é importante avaliar as vantagens e desvantagens, observando o custo e benefício, dos subprodutos que podem ser

obtidos a partir desses elementos. Dias *et al.* (2010), dizem que a casca de arroz, cinza e água de parboilização podem gerar fontes de valor para estas empresas e ainda reduzir impactos socioambientais provocados.

Lorenzett, Neuhaus e Schwab (2012) sugerem o uso da casca de arroz na fabricação de polpas de fruta, enriquecendo então o valor nutricional deste produto, elevando o teor de fibras do mesmo. Já Nitzke e Biedrzycki (2004), apontam que a casca de arroz não é bom fertilizante, devido sua composição pobre em nutrientes para o solo, mas pode formar cobertura morta, atuando como um bom condicionante físico, auxiliando a inserção das sementes no solo. Uma terceira alternativa para reutilização da casca de arroz é a compostagem, produção de adubo orgânico a partir da decomposição microbiológica. Porém, de acordo com Dias *et al.* (2010), a decomposição da casca do arroz leva um tempo prolongado, cerca de cinco anos, este processo produz como poluente o gás metano. Além disso, esse material tem baixa densidade, o que promove o acúmulo de grandes volumes para eficiência desse tratamento.

Em indústrias de grande porte em que há demanda de energia térmica, a casca de arroz é incinerada gerando calor nas etapas de produção necessárias, sintetizando a partir daí cinzas da casca de arroz (CCA). Conforme, Della, Kühn e Hotza (2005), para cada tonelada de arroz produzida, 23% desse valor corresponde à casca e 4% às cinzas. Assim fica evidente o alto teor de cinzas presente na casca e sua rentabilidade, visto que a casca passa de resíduo a combustível, gerando um novo resíduo, produto da combustão. Ainda de acordo com Della, Kühn e Hotza (2005), a composição centesimal da CCA, é definida por, aproximadamente, 94,95% de dióxido de silício (sílica), 2,63% de álcalis, 0,14% de carbono e 1,50% de umidade. Esses valores evidenciam o alto valor de sílica presente nas CCA, atribuindo então grande interesse comercial para a produção de vidros, cerâmicas, entre outros produtos advindos deste reagente, reduzindo significativamente a síntese de poluentes gerados na produção convencional de sílica.

A produção de cinzas é essencial e conveniente à síntese de arroz parboilizado, visto que esse processo demanda temperaturas elevadas para o aquecimento da água. Dessa maneira a casca incinerada funciona como combustível, que tem como produto residual as CCA. Segundo Della *et al.* (2006), na construção civil, a sílica – principal componente da CCA – tem importância fundamental, como componente em cimentos, concretos e argamassas, pois é responsável pela viscosidade, resistência mecânica e tempo para o endurecimento desses materiais. Alcantra *et al.* (2011), sugerem o uso das cinzas da casca de arroz como aditivo de auxílio na composição de tijolo de solo-cal e apontam a sua eficiência na fabricação de tijolos com resistência e absorção, estabelecidas pela legislação. Ludwig (2014) aponta que o concreto com concentração de 3% CCA, apresentou maior resistência que o concreto convencional, atribuindo ainda maior interesse a rentabilidade e o aproveitamento deste resíduo.

A maneira mais comum e frequente de aproveitamento do farelo de arroz pelas

beneficiadoras no Brasil é a designação deste subproduto para alimentação animal. Devido ao alto conteúdo de nutrientes, esse resíduo é valorizado por produtores como ingrediente para produção de ração ou consumo direto do farelo *in natura* (LORENZETT, NEUHAUS E SCHWAB, 2012). Na Beneficiadora de Arroz da região, o farelo é embalado, direcionado e comercializado para produção de ração animal, porém esse produto pode ser aproveitado de outras maneiras, inclusive para alimentação humana. Conforme Noleto, Cordeiro e Chaves (2004), em países desenvolvidos como EUA, Japão entre outros países da Europa o farelo de arroz é bastante consumido devido suas propriedades nutricionais, já conhecidas por lá. É um produto comum vendido em supermercados e também utilizado pelas indústrias para agregar valor a biscoitos, balas, cereais matinais, entre outros.

Outra aplicação do farelo de arroz é a sugestiva produção de biodiesel, o óleo extraído do farelo de arroz possui compatibilidade com os óleos utilizados como combustível, segundo Silva *et al.* (2011), o biodiesel de óleo de farelo de arroz apresenta em torno da média estabelecida pela Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Bicombustíveis (ANP), boa estabilidade térmica e oxidativa, permitindo que seja usada em altas temperaturas.

Poucos são os processos que envolvem o aproveitamento da quirera do arroz, sendo que a maneira mais utilizada é como componente da ração animal, voltada pra suínos, aves e bovinos, devido ao alto conteúdo de carboidratos. Como foi visto na Beneficiadora de Arroz, toda a quirera é direcionada para fábrica de ração animal. Outra maneira de aproveitamento da quirera é a produção de farinha de arroz. Dessa maneira, a farinha de arroz torna-se uma substituta para farinha de trigo, pois apresenta algumas qualidades distintas, como a ausência de glúten, constituintes que favorecem a redução do índice glicêmico, entre outras vantagens nutricionais (HEISLER *et al.*, 2008).

O Instituto Rio Grandense do Arroz (IRG) sugere como meio de utilização da quirera a produção cervejeira. Como a composição da quirera é semelhante à composição do grão de arroz, possui alto teor de carboidratos, estes servirão como substrato, para as leveduras, especialmente a *Saccharomyce cerevisiae*, realizarem o processo de fermentação. No Brasil e em diversos países é permitido por lei o uso de outros grãos em substituição parcial da cevada, a exemplo do arroz íntegro ou sua estrutura amilácea. O amiláceo é a quirera do arroz (SCHUL e PRECI, 2013).

As palhas do arroz são resíduos indicados pelo IRG, como um alimento adequado para alimentação de bovinos, mas especificamente para vacas leiteiras, pois quando há um teor de umidade elevado desta palha, aumenta-se o volume de leite produzido. Já o pó do arroz é um resíduo comum em várias etapas do fluxo de produção, porém em quantidades mínimas, assim como a palha. Isto inviabiliza o seu tratamento, já que não há matéria significante, para fazê-lo, como ocorre na Beneficiadora de Arroz visitada. É possível que haja um maior volume desse resíduo em indústrias de maior porte, mas o mesmo não é citado em bibliografias consultadas.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Beneficiadora de Arroz em questão é uma indústria que produz como resíduos sólidos a quirera, farelo, casca de arroz, palha e pó, tendo sido possível caracterizar, quantificar e sugerir tratamentos para quase todos os resíduos; contribuindo para que as indústrias se adequem as normas estabelecidas pela legislação e apliquem o destino correto a estes, evitando assim prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10004 – Resíduos sólidos: Classificação.** Rio de Janeiro, 2004.

ALCANTRA, M. A. M.; *et al.* **O Uso de Cinzas de Casca de Arroz como Aditivo Auxiliar na Produção de Tijolos de Solo-Cal.** REEC – Revista Eletrônica de Engenharia Civil. nº 3, 2011.

BORTOLINI, V. M. S. **Determinação da composição centesimal do arroz Paraboilizado (oriza sativa) e seu subproduto.** Revista Congrega URCAMP. Bagé-RS, 2010.

BRASIL. **Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em 21 de Março de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente – MMA. **Resolução CONAMA nº 316, de 29 de outubro de 2002.** Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res02/res31602.html>>. Acesso em: 28 de Abril de 2018.

CAVALLERI, A.; MENDONCA JR, M. S.; RODRIGUES, E. N. L. **Thrips species (Thysanoptera, Terebrantia) inhabiting irrigated rice and surrounding habitats in Cachoeirinha, state of Rio Grande do Sul, Brazil.** Revista Brasileira de entomologia, v. 54, n. 3. São Paulo, 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v. 5, n. 7. Brasília – DF, 2018. Disponível em: <<file:///C:/Users/DEXPC/Desktop/BoletimZGraosZjulhoZ2018.pdf>>. Acesso em: 19 de Setembro de 2018.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.** v. 3, n. 4. Brasília - DF, 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_09_09_00_00_boletim_graos_junho__2016_-_final.pdf>. Acesso em: 28 de Março de 2018.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **A Cultura do arroz.** Brasília – DF, 2015. 180p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/outras.../item/.../2523_efd93e81ea2d9ae8f0302a6d4f9cefc6>. Acesso em: 19 de Setembro de 2018.

DELLA, V. P.; *et al.* **Estudos comparativos entre sílica obtida por lixívia ácida da casca de arroz e sílica obtida por tratamento térmico da cinza de casca de arroz.** Química Nova, v.29, n. 6, p. 1175-1179, 2006.

DELLA, V. P.; KÜNH, I.; HOTZA, D. **Reciclagem de resíduos agro-industriais:** Cinza de Casca de Arroz como Fonte Alternativa de Sílica. Revista Cerâmica Industrial. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis-SC, 2005.

DIAS, M. F. P.; PEDROZO, E. A.; ANICET, C. N. **Desafios e expositas Inovadoras Sustentáveis da Agroindústria Arrozeira Brasileira.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.4, n.1, p. 57-77. Maringá-PR, 2010.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Uso da casca de arroz carbonizada como substrato para micorrização de mudas de três cultivares de pimenteira-do-reino.** Embrapa Amazônia Oriental. Belém-PA, 2007.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018. **FAO participa de painel sobre a agricultura brasileira durante conferência internacional sobre fertilizantes.** Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/1098805/>>. Acesso em: 19 de Setembro de 2018.

FOLETTI, E. L.; *et al.* **Aplicabilidade das cinzas da casca de arroz.** Quim. Nova, Vol. 28, N°. 6, 1055-1060, 2005.

GASTALDINI, M. C. C.; IRION, C. A. O. **Levantamento sanitário da bacia do Rio Ibicui - avaliação das cargas poluidoras atuais.** Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 21ª Feira Internacional de Tecnologias de Saneamento Ambiental. Saneamento Ambiental: Desafio para o século 21. João Pessoa-PB, 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/saneab/brasil/iv-025.pdf>>. Acesso em: 29 de Março de 2017.

HEISLER, G. E. R.; *et al.* **Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz na merenda escolar.** Universidade de Santa Cruz do Sul- UNISC. Revista de Alimentos e Nutrição. Araraquara-SP, 2008.

JUNQUEIRA, O. M.; *et al.* **Composição química, valores de energia metabolizável e aminoácidos digestíveis de subprodutos do arroz para frangos de corte.** Ciência Rural, v. 39, n. 8, p.2497-2503. Santa Maria-RS, 2009.

LORENZETT, D. B.; NEUHAUS, M.; SCHWAB, N. T. **Gestão de resíduos e a indústria de beneficiamento de arroz.** Revista Gestão Industrial, v. 08, n. 01: p. 219-232, Ponta Grossa-PR, 2012.

LUDWIG, D. G. **Concreto com Adição de Cinza de Casca de Arroz.** Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIVATES. Lajeado-RS, 2014.

NITZKE, J. A.; BIEDRZYCKI, A. **O grão.** Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos, ICTA/UFRGS – Rio Grande do Sul, 2004. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/alimentus1/terradearrorz/grao/gr_casca.htm>. Acesso em: 30 de Abril de 2018.

NOLETO, F.; CORDEIRO, R.; CHAVES, R. **A Embrapa, o arroz, e você, juntos por um Brasil melhor:** utilização do farelo de arroz. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás-GO, 2004.

SAIDELLES, A. P. F.; *et al.* **Gestão de resíduos sólidos na indústria de beneficiamento de arroz.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental. Vol. 5, nº 5, Santa Maria-RS, 2012.

SILVA C. C.; OLIVEIRA, A. D.; SANTOS, J. C. O. **Caracterização do Biodiesel Derivado do Óleo de Farelo de Arroz.** Departamento de Química – UEPB. Campina Grande-PB, 2011.

SILVA, C. C. F.; CALIARI, M.; SOARES JÚNIOR, M. S. **Caracterização química de farelo de arroz in natura e extrusado.** Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - UFG. Goiânia-GO, 2010.

SILVA, R. F.; ASCHERI, J. L. R.; PEREIRA, R. G. F. A. **Composição química de farinhas pré-cozidas por extrusão elaboradas com arroz e café torrado.** Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.), v. 67 n. 1. São Paulo-SP, 2008.

SCHUL, S.; PRECI, D. **Matérias-Primas e etapas de processamento para elaboração de cerveja.** 1º Simpósio de Tecnologia de Alimentos e Agronomia. Tecnologia em Alimentos da FAI - Faculdades de Itapiranga. Itapiranga –SC, 2013.

TAMIOSSO, S. T.; MARIAN, L. F. **Interação sustentável entre a contabilidade ambiental e o destino dos resíduos sólidos na COAGRIJAL.** 3º Fórum Internacional Ecoinovar. Santa Maria-RS, 2014.

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

Cesar Vinicius Toniciolli Rigueto

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Lorraine Micheletti Evaristo

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Maiara Vieira Brandão

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Claudineia Aparecida Queli Gerald

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Lara Covre

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

Raquel Aparecida Loss

Universidade do Estado de Mato Grosso,
Faculdade de Arquitetura e Engenharias – Barra
do Bugres-MT

simples e eficaz no controle da deterioração de alimentos. Assim, objetivou-se, com este trabalho, propor e ajustar modelos matemáticos às curvas de secagem em camada de espuma da polpa de umbu em diferentes temperaturas, como também, analisar a influência da temperatura de secagem na concentração de vitamina C nas polpas em pó. A secagem foi realizada em estufa de circulação de ar nas temperaturas de 50, 60 e 70°C. Os modelos matemáticos Lewis, Midilli e Kucuk e Page foram ajustados aos resultados experimentais, sendo que, o melhor ajuste foi obtido utilizando os modelos de Midilli e Kucuk e Page. Os pós de fruta apresentaram pH ácido, o teor de vitamina C aumentou com a elevação da temperatura e o teor de cinzas foi influenciado pela adição de agentes espumantes.

PALAVRAS-CHAVE: umbu, secagem, vitamina C.

ABSTRACT: Brazil is considered one of the largest producers of tropical fruits in the world, however, significant post-harvest losses occur mainly due to inadequate conservation techniques. In this sense, drying stands out as being a simple and effective method to control food deterioration. The aim of this work was to propose and adjust mathematical models to the foam-drying curves of the umbu pulp at different temperatures, as well as to analyze

RESUMO: O Brasil é considerado um dos maiores produtores de frutas tropicais do mundo, entretanto, perdas relevantes pós-colheita ocorrem principalmente devido a técnicas inadequadas de conservação. Nesse sentido, a secagem destaca-se por ser um método

the influence of drying temperature on vitamin C concentration in powdered pulps. Drying was carried out in an air circulation oven at temperatures of 50, 60 and 70°C. The mathematical models Lewis, Midilli and Kucuk and Page were adjusted to the experimental results, being that the best fit was obtained using the models of Midilli and Kucuk and Page. The fruit powders presented acidic pH, the vitamin C content increased with the elevation of the temperature and the ash content was influenced by the addition of foaming agents.

KEYWORD: umbu, drying, vitamin C.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe da maior diversidade biológica do mundo em função da sua ampla variação climática e vasta extensão territorial, sendo considerado o terceiro maior produtor mundial de frutas, o Brasil é superado apenas pela China e Índia, com uma produção mundial que corresponde a 6,3% (Souza e Felfili, 2006; FAO, 2016).

O cerrado brasileiro apresenta o segundo maior bioma nacional, com potenciais produtos para exploração econômica, com mais de 58 espécies de frutas nativas, consumidas pela população nativa. Diante dessa diversidade, destaca-se o umbu (*Spondias tuberosa*), um fruto pequeno e arredondado, de casca lisa e com pequenos pelos, de cheiro doce e sabor agradável, levemente azedo com coloração verde-amarelado. O interesse pelo umbu torna-se cada vez mais crescente, visto que presenta em sua composição substâncias com atividades antioxidantes, como os carotenoides, vitamina C e flavonoides, que o caracterizam como alimento funcional, sendo apreciado in natura, em polpas, sorvetes, geleias e doces (Nogueira *et al.*, 2005; Souza, 2016).

Entretanto, devido a ligeira modificação dos ecossistemas do cerrado em áreas agrícolas e de pastagem, faz-se necessário a busca por métodos de conservação que permitam a produção e comercialização dessas frutas em regiões não produtoras, acarretando outros benefícios as comunidades produtoras com o impulso à agricultura familiar, gerando renda extra e contribuindo para o desenvolvimento sustentável (Rezende e Cândido, 2014).

Nesse sentido, a secagem é uma das técnicas que proporcionam a conservação das suas características sensoriais, permitindo o consumo nos períodos de entressafra. Além disso, possibilita transformar a polpa da fruta em pó, obtendo assim, um alimento com maior estabilidade, durabilidade prolongada e de fácil armazenamento, podendo atender o consumidor durante o ano todo, com as características nutritivas do produto preservadas (Anselmo *et al.*, 2008).

Diante disso, o presente estudo objetivou analisar a influência da temperatura e cinética de secagem em camada de espuma, bem como as propriedades físico-químicas da polpa de umbu após o processo de secagem, contribuindo com o desenvolvimento científico e tecnológico, uma vez que dados reportados sobre essa

fruta são escassos na literatura.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas como matérias-primas os frutos de umbu, provenientes do mercado local de Colíder-MT. As amostras foram preparadas e analisadas no LMPPB (Laboratório de matérias-Primas para produção de biodiesel) da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), campus de Barra do Bugres.

2.1 Preparo da polpa e obtenção da espuma

Os frutos foram selecionados de acordo com o estágio de maturação, sendo estes higienizados em água corrente, despolpados manualmente, e posteriormente armazenados sob congelamento a temperatura de -18°C em freezer comercial até as próximas etapas de processamento para desenvolvimento das análises.

Posteriormente, foram triturados e homogeneizados em liquidificador comercial. Para a elaboração da espuma foram testadas as concentrações de 4,0, 4,5 e 5% (m/m) de emulsificante, com auxílio de uma batedeira comercial, por 8 minutos em velocidade máxima. A concentração de 4,5% de emulsificante foi selecionada, por apresentar melhor estabilidade. A espuma formada foi distribuída em placas de petri e levadas para uma estufa de circulação de ar para secagem em temperatura controlada.

2.2 Secagem e obtenção do pó

Amostras de 10g de espuma foram cuidadosamente espalhadas em placas de petri e levadas em estufa de circulação forçada de ar (CienLab, CE-480) à temperatura de 50, 60 e 70 °C. As espumas das polpas secas foram retiradas das placas de petri com auxílio de uma espátula, foram acondicionadas e identificadas quanto ao tipo de material, data e condições experimentais.

2.3 Estudo da cinética de secagem

As curvas de secagem foram estabelecidas para as amostras submetidas às condições descritas, mediante acompanhamento da perda de umidade registrada através da variação da massa das amostras em intervalos de tempo de 15 minutos. As perdas de massa durante a secagem foram obtidas com o auxílio de uma balança semi-analítica (Shimadzu, AY220) com precisão de 0,0001 g. Os ensaios foram prolongados até que atingissem condições de equilíbrio (massa constante). A razão de umidade (RU) foi determinada conforme a Equação 1.

$$RU = \frac{(U - U_e)}{(U_i - U_e)} \quad (1)$$

U= teor de água do produto, decimal b.s; U_i = teor de água inicial do produto, decimal b.s;

U_e = teor de água de equilíbrio do produto, decimal b.s.

2.4 Modelagem matemática

Para avaliar o comportamento da perda de umidade ao longo do tempo foram utilizados modelos semi-empíricos. Considerando a umidade de equilíbrio como a umidade atingida quando a taxa de secagem se anula, foram calculadas as razões de umidade (RU). Logo, utilizou-se o programa Excel para a realização dos cálculos e modelagem. Para representar a cinética de secagem das polpas de umbu em camada de espuma, foram utilizados os modelos matemáticos de Lewis (1921), Midilli e Kucuk (2002) e Page (1949), conforme apresentados na Tabela 1.

Designação do modelo	Modelo	Equação
Modelo de Lewis	$X_{ad} = \exp(-kt)$	(2)
Modelo de Midilli e Kucuk	$X_{ad} = a \exp(-kt^n) + bt$	(3)
Modelo de Page	$X_{ad} = \exp(-kt^n)$	(4)

Tabela 1: Modelos matemáticos utilizados para descrever a cinética de secagem

X_{ad} = razão do teor de água do produto, adimensional; t = tempo de secagem, em h; k = coeficiente de secagem, em s^{-1} ; a, b, n = constante do modelo, adimensional.

2.5 Análises físico-químicas

As polpas secas de umbu foram submetidas às análises de: pH (método 014/IV), teor de umidade por gravimetria (método 014/IV), teor de vitamina C (método 364/IV), teor de cinzas (método 364/IV) e teor de acidez (método 310/IV), conforme o manual do Instituto Adolf Lutz (2008). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de secagem

As curvas de secagem das polpas de umbu estão apresentadas na Figura 1, na forma adimensional do conteúdo de umidade (RU versus tempo). Ainda pode-se observar que o período de secagem foi dependente do tempo e temperatura.

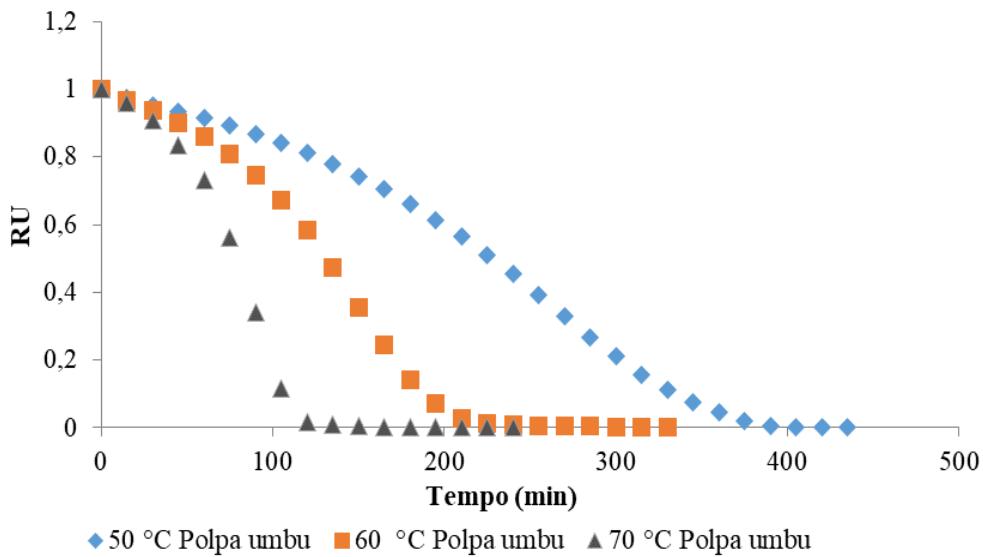


Figura 1: Curvas de secagem em camada de espuma da polpa de umbu nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C

As espumas de umbu secas a 50 °C, o tempo necessário para reduzir o teor de água foi de 435 min, já para a temperatura de 70 °C o tempo foi de 240 min. Assim, verificou-se que o tempo de secagem foi dependente da temperatura, ou seja, o aumento da temperatura favoreceu uma redução do tempo de secagem, resultando em curvas mais inclinadas devido a maior quantidade de calor transferido do ar para o material.

Ainda, as condições externas de velocidade, temperatura e umidade relativa do ar interferem diretamente no processo de secagem (Brooker *et al.*, 1992).

Cerqueira *et al.* (2013) também obtiveram dados cinéticos semelhantes ao do presente estudo na desidratação de polpa de umbu, com tempo de 210 min para obtenção da umidade de equilíbrio na temperatura de 70°C.

3.2 Modelagem matemática

Na Tabela 2 estão apresentados os parâmetros dos modelos matemáticos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page, ajustados aos dados experimentais da secagem das espumas de umbu, além dos coeficientes de correlação e erros médios, onde observa-se que modelos de Page e de Midilli e Kucuk apresentaram os melhores ajustes aos dados cinéticos, com coeficientes de correlação acima de 0,99 para todas as temperaturas estudadas, bem como erros médios mais baixos.

Ainda, nota-se que o modelo de Lewis não representou satisfatoriamente a cinética de secagem em camada de espuma da polpa de umbu, apresentando baixas correlações e maior erro em todas as condições estudadas em relação aos demais modelos.

Modelos	Parâmetros	Temperaturas		
		50 °C	60 °C	70 °C
Modelo de Lewis	k (min ⁻¹)	0,003669	0,008487	0,015679
	R ²	0,955794	0,953395	0,931609
	Erro	3,991541	7,825989	5,985187
Modelo de Midilli e Kucuk	a	1,000000	0,997922	1,025398
	b	0,000000	0,000000	0,000000
	k (min ⁻¹)	0,000021	0,000018	0,000129
	n	1,946855	2,200247	2,011595
Modelo de Page	R ²	0,991871	0,996192	0,991729
	Erro	1,398814	0,712736	0,693347
	k (min ⁻¹)	0,000020	0,000035	0,000078
	n	1,964405	2,068431	2,118134
	R ²	0,992129	0,993713	0,991731
	Erro	1,373040	0,845136	0,619988

Tabela 2: Parâmetros dos modelos matemáticos ajustados para a cinética de secagem das polpas secas de umbu

Outros estudos envolvendo a secagem de frutas em leito de espuma, também obtiveram nos modelos cinéticos de Page e Midilli e Kucuk os melhores ajustes aos dados experimentos. Como Araújo *et al.* (2017) com acerola, que verificou que o modelo de Page se adequou melhor aos dados experimentais, apresentando, para todas as temperaturas testadas (50, 55, 60, 65 e 70 °C) os maiores valores de coeficiente de determinação ajustado (acima de 0,99) e os menores valores para o erro padrão. Ainda, Baptestini (2015) constatou que apenas o modelo Midilli foi adequado para descrever o fenômeno de secagem de espuma de graviola, com coeficientes de determinação superiores 0,99 para todas as temperaturas analisadas (40, 50, 60, 70 e 80 °C) e erros médios relativamente baixos.

Confirmando os ajustes obtidos nos valores dos parâmetros, as Figuras 2, 3 e 4 apresentam os gráficos dos ajustes dos modelos aos dados experimentais de secagem da polpa de umbu, nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C respectivamente

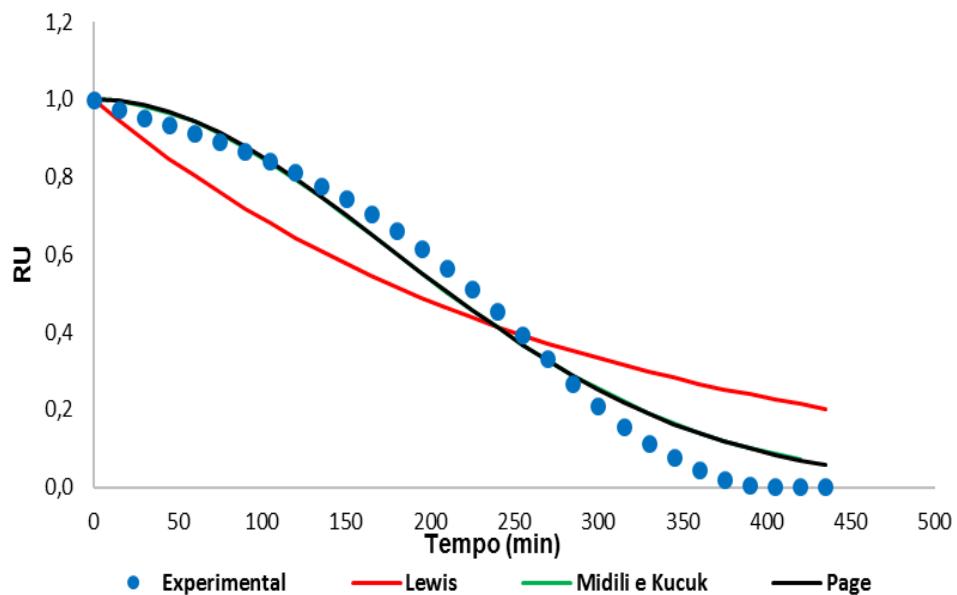


Figura 2: Ajustes dos modelos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page para secagem em camada de espuma da polpa de umbu a 50 °C

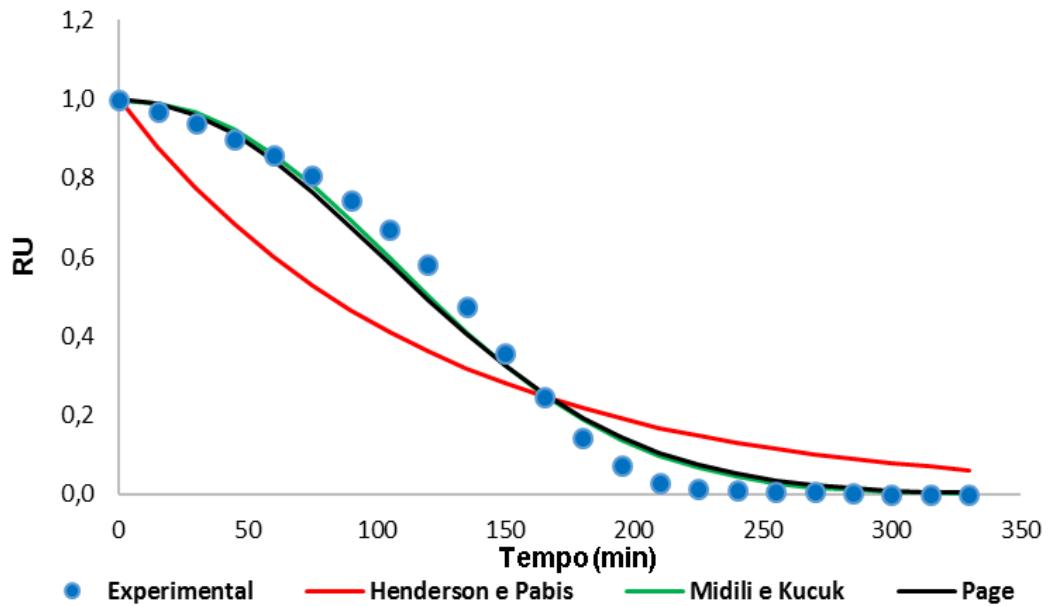


Figura 3: Ajustes dos modelos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page para secagem em camada de espuma da polpa de umbu a 60 °C

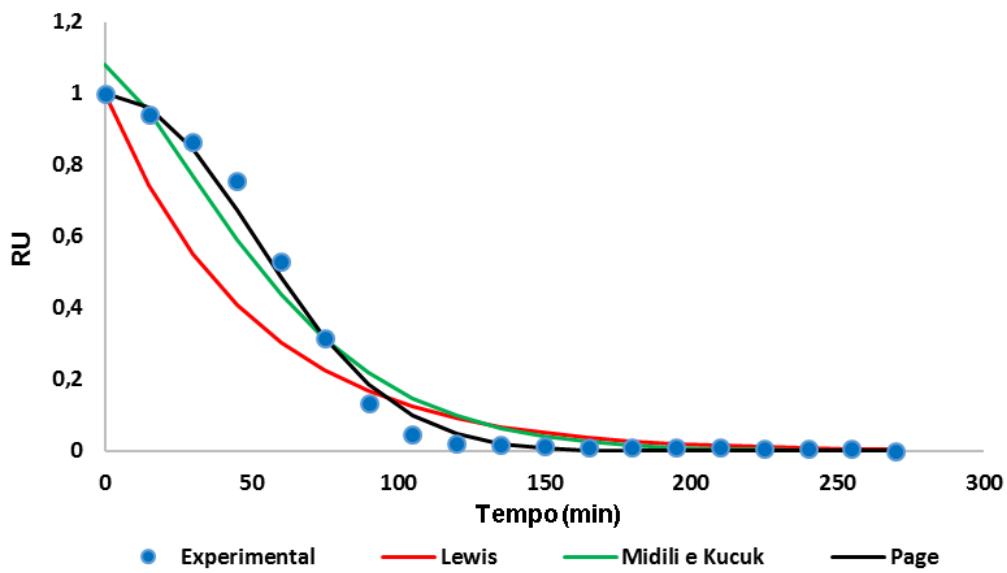


Figura 4: Ajustes dos modelos de Lewis, Midilli e Kucuk e Page para secagem em camada de espuma da polpa de umbu a 70 °C

3.3 Análise físico-químicas da polpa

Os parâmetros avaliados na caracterização físico-química da polpa *in natura* e do pó produzido a partir da espuma composta de polpa de umbu congelada com 4,5% de emustab, desidratada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, estão apresentados na Tabela 3.

Análise	Polpa <i>in natura</i>	Polpas secas		
		50 °C	60 °C	70 °C
Umidade (%)	89±0,18	18,75±3,93	17,62±0,27	15,93±0,01
ATT (%)	1,2±0,01	4,1±0,08	4,4±0,08	4,2±0,17
pH	2,58±0,01	2,49±0,02	2,49±0,02	2,44±0,01
Cinzas (%)	0,74±0,03	3,10±0,03	3,611±0,02	3,63±0,05
Vit. C (mg)	4,35±0,02	8,76±0,74	12,19±0,41	11,37±0,71

Tabela 3: Caracterização físico-química da polpa de umbu *in natura* e após secagem em camada de espuma

Os valores obtidos para os teores de umidade das amostras secas a 50, 60 e 70 °C mostram que o aumento da temperatura de secagem favoreceu um maior declínio no teor de umidade (18,75, 17,62 e 15,93%, respectivamente).

A determinação da acidez total titulável indica o grau de conservação dos alimentos, e observando a Tabela 3, nota-se que o processo de secagem aumentou a acidez das amostras de polpa em pó, resultando em uma acidez maior que a amostra fresca, devido à eliminação de quase toda a parte aquosa da polpa. Tal fato também foi verificado por Leal (2015), na secagem de polpas de abacaxi, acerola e carambola, utilizando camada de espuma nas temperaturas de 50, 60 e 70°C.

Como esperado, a polpa de umbu apresentou valor de pH variando de 2,44 a 2,58 caracterizando meio ácido, e quando comparando em função das quatro temperaturas analisadas manteve-se o valor semelhante ao resultado obtido na amostra congelada.

Os teores de cinzas obtidos nas amostras submetidas ao processo de secagem são superiores ao valor obtido da polpa *in natura*, que foi de 0,74 %, sendo que tal aumento se deve a adição de emulsificante às amostras de polpa, que contribuem para o aumento de gordura.

Com relação ao teor de vitamina C, nota-se que a menor temperatura empregada (50 °C) provocou uma diminuição no teor de vitamina C, possivelmente devido ao maior tempo de contato da polpa com o ar. Portanto, a condição de secagem mais adequada para retenção da concentração da vitamina C nas polpas de umbu nas condições estudadas foi na temperatura de 60°C.

4 | CONCLUSÃO

De acordo com os dados obtidos, conclui-se que o aumento da temperatura do de secagem favoreceu a redução no tempo de secagem das espumas de umbu. Com relação a modelagem matemática, os modelos de Page e o de Midilli e Kucuk se ajustaram bem aos dados experimentais de secagem nas três temperaturas estudadas.

Nas análises físico-químicas, o fruto do umbu *in natura* demonstrou caráter ácido, com elevação dos teores de acidez e cinzas após a secagem em camada de espuma. Além disso, as polpas de umbu secas a 60°C e 70°C apresentaram maior retenção de vitamina C devido ao menor tempo de exposição das espumas com a circulação de ar.

REFERÊNCIAS

- ANSELMO, S. G. C.; MATA, M. M. E. R.; CAMPUS DE ARRUDA, P.; SOUSA, M. C. Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 58–65, 2006.
- ARAÚJO, C. D. S.; MACEDO, L. LVIMERCATI, W. C.; SARAIVA, S. H.; OLIVEIRA, A. N.; TEIXEIRA, L. J. Q. Foam-mat drying kinetics for acerola and adjustment of the mathematical models. **Brazilian Journal Food Technology**, v. 20, 2017.
- BAPTESTINI, F. M., CORRÊA, P. C., JUNQUEIRA, M. S., RAMOS, A. F., VANEGAS, J. D. B. & COSTA, C. F. 2015. Modelagem matemática da secagem de espuma de graviola. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 19, p. 1203-1208, 2015.
- BROOKER, D. B., BAKKER-ARKEMA, F. W. & HALL, C. W. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: The AVI Publishing Company, 1992.
- CERQUEIRA, Y. B.; SOUZA, S. M. A.; BISPO, J. A. C.; MARTÍNEZ, E. A.; OLIVEIRA, C. F. P. Curvas de secagem na obtenção de umbu desidratado. In: **XVII Seminário de Iniciação Científica (SEMIC)**. Feira de Santana-BA, 2013.
- FAO – Food and Agriculture Organization of The United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acessado em: 11 de julho de 2018.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4 ed., p. 1020, 2008.

LEAL, A. K.. **Cinética de secagem das polpas de abacaxi, acerola e carambola através do método de camada de espuma**. 2015. Monografia em Engenharia de Alimentos, Universidade do Estado de Mato Grosso, Barra do Bugres-MT.

NOGUEIRA, E. A.; MELLO, N. T. C.; MAIA, M. L. Produção e comercialização de anonáceas em São Paulo e Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 35, n. 2, 2005.

SOUZA, C. D. D; FELFILI, J. M. Uso de plantas medicinais na região de Alto Paraíso de Goiás, GO, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, v. 20, n. 1, 135–142 p, 2006.

SOUZA, E. S.; ALMEIDA, M. M.; ARAÚJO, M. B. V., SANTIAGO, A. M.; ALBUQUERQUE, J.; BATISTA, G. L. A. S. Estabilidade da polpa de frutas para secagem pelo método Foam-mat. In: **XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Fortaleza-CE, 2016.

REZENDE, M. L.; CÂNDIDO, P. A. Produção e comercialização de frutos de cerrado em Minas Gerais. **Revista de Política Agrícola**, n. 3, 2014.

INSETOS COMESTÍVEIS: PERCEPÇÃO DO CONSUMIDOR

Igor Sulzbacher Schardong

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciências dos
Alimentos, Santa Maria– Rio Grande do Sul,
Brasil.

Joice Aline Freiberg

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Solos, Santa Maria – Rio
Grande do Sul, Brasil.

Alexandre Arthur Gregoski Kazmirski

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciências dos
Alimentos, Santa Maria– Rio Grande do Sul,
Brasil.

Natielo Almeida Santana

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Solos, Santa Maria – Rio
Grande do Sul, Brasil.

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

Universidade Federal de Santa Maria,
Departamento de Tecnologia e Ciências dos
Alimentos, Santa Maria– Rio Grande do Sul,
Brasil.

sentido, este trabalho analisou a percepção de consumidores da Universidade Federal de Santa Maria sobre a introdução de insetos na dieta. Por meio de um questionário foram entrevistadas 251 pessoas da comunidade acadêmica. Os resultados mostram que a grande maioria dos entrevistados consideram ter uma dieta normal, comendo de tudo, porém, nunca consumiram insetos, apesar de conhecer seu alto teor proteico. Além disso, 46% dos entrevistados consumiriam insetos na forma de farinha, sendo que 45% não tem opinião em relação à segurança em ingerir insetos. Compete a comunidade científica a desmistificação do preconceito imposto pelos ocidentais quanto ao consumo desta proteína alternativa de alto valor biológico.

PALAVRAS-CHAVE: perfil alimentar; proteína; farinha; consumidores.

ABSTRACT - Insects represent a safe alternative source of protein, however most consumers are averse to adding insects to food. The reason of consumers in Western countries do not accept insects in their diet have been subject of many studies nowadays. In this sense, this work analyzed the perception of consumers of the Federal University of Santa Maria about the introduction of insects into the diet. Through a questionnaire, interviewed 251 people from the academic community. The results show that the

RESUMO - Insetos representam uma fonte alternativa segura de proteínas, no entanto, a maioria dos consumidores é desfavorável à adição de insetos na alimentação. O motivo dos consumidores de países ocidentais não aceitarem insetos em sua dieta têm sido objeto de muitos estudos atualmente. Nesse

vast majority of respondents, even eating everything, but never consumed insects, despite knowing its high protein content. In addition, 46% of the interviewees would consume insects in the form of flour, and 45% have no opinion regarding the safety of ingesting insects. It is the responsibility of the scientific community to demystify the prejudice imposed by Westerners on the consumption of this high biological value alternative protein.

KEYWORDS: profile food, protein, flour, consumers.

1 | INTRODUÇÃO

Um desafio para a agricultura atual é a produção crescente de alimentos com menor força de trabalho rural. Estima-se que em 2050 a população mundial contará com cerca de 9 bilhões de pessoas (FAO, 2009) e, portanto, a necessidade de fontes alternativas de proteína é inevitável, uma vez que as fontes convencionais, como carne de gado, suínos e aves, não serão suficientes para suprir a demanda do crescimento populacional (EWELINA et al., 2015).

A alimentação que inclui fontes alternativas de proteína, como os insetos, já é realidade em países da América Latina, Ásia, Austrália, Europa e da África (BAHUCHET e GARINE, 1990; ZENT e SIMPSON, 2009). No entanto, apesar de existirem 1900 espécies de insetos comestíveis, o seu potencial para alimentação ainda é pouco explorado (FAO, 2013), tendo em vista seu rico conteúdo proteico de alta qualidade e a sustentabilidade da sua produção, quando comparado às fontes tradicionais de proteína (BUKKENS, 1997; VAN HUIS, 2013). Não somente em relação à carne, mas também aos vegetais, os insetos se sobressaem em suas propriedades nutricionais, pois contém todos os aminoácidos essenciais (RAMOS-ELORDUY et al., 2012), vários ácidos graxos poli-insaturados (RUMPOLD e SCHLÜTER, 2013) e uma alta variedade de micronutrientes como minerais, cobre, ferro, magnésio, manganês, fósforo, selênio e zinco, além de vitamina riboflavina, biotina, ácido pantotênico, e em alguns casos ácido fólico (PERSIJN e CHARRONDIERE, 2014; RUMPOLD e SCHLÜTER, 2013).

Apesar dos benefícios de consumir insetos, vários estudos mostram a baixa aceitação das pessoas para introduzi-los na dieta ocidental (VANHONACKER et al., 2013, VERBEKE, 2015), pois nesta região os alimentos que contém insetos são vistos com desgosto e ceticismo pelos consumidores (VANHONACKER et al., 2013), uma vez que a visão de que os insetos são sujos, nojentos e perigosos está incorporado em seu psicológico (LOOY et al., 2014).

Nesse sentido, o objetivo desse estudo foi investigar o perfil alimentar e a aceitação da inclusão de insetos na dieta da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Maria.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Estudos exploratórios são utilizados para aumentar o grau de familiaridade com fenômenos relativamente desconhecidos (SAMPIERI et al., 2004). Nesse caso, por meio de uma entrevista exploratória estruturada, foi enfatizado a maneira que um grupo populacional específico da cidade de Santa Maria, pertencente ao estado do Rio Grande do Sul, Brasil, aceita os insetos como alimento.

2.1 Participantes

Duzentos e cinquenta e um voluntários, entre 17 a 35 anos de idade, da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Maria, desde estudantes de graduação dos diversos cursos, assim como, servidores públicos, foram entrevistados de forma aleatória. Os participantes responderam voluntariamente ao questionário, que foi distribuído em contato direto e/ou divulgado nas redes sociais.

2.2 Estrutura da entrevista

O questionário foi estruturado contendo 12 perguntas abertas e fechadas, que contemplavam: nome, cidade e estado onde nasceu, gênero, orientação sexual, idade, nível de escolaridade, hábito alimentar (dieta normal, vegetariano, vegano, flexetariano e *millenium*); consumo esporádico de inseto (alguma vez e em qual ocasião); preferência de consumo (forma de farinha, inteiro assado/frito/cozido, porcionado, como ingrediente de bolos e tortas, ou outras formas,); por quê consumir insetos; segurança ao ingerir insetos, e a perspectiva da alimentação do futuro. A coleta de dados foi realizada entre janeiro e fevereiro de 2018.

2.3 Análise dos dados

As respostas foram estratificadas e tabuladas. Na análise dos dados foi empregada a estatística descritiva (frequências e porcentagens) tendo como suporte o software Microsoft Office Excel 2007.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as 251 pessoas entrevistadas da comunidade acadêmica da Universidade Federal de Santa Maria, 134 são homens e 117 são mulheres, das quais, apenas 23 pessoas relataram já ter consumido insetos. O perfil dos entrevistados demonstrou que a maioria dos que consumiram insetos pertenciam ao sexo masculino e o fizeram principalmente em viagens ao exterior, por curiosidade, também em treinamentos militares e em acampamento de escoteiros. Além disso, as pessoas que consumiram insetos estavam na faixa etária entre 26 e 35 anos; apresentavam formação em nível de pós-graduação; e 8,26% respondeu comer de tudo (dieta normal, sem restrições) (Tabela 1).

Destaca-se que 87,25% dos entrevistados que declararam comer de tudo, não haviam consumido insetos na sua dieta. Segundo KELLERT (1993), as mulheres têm maior aversão ao consumo de insetos, e isso pode ser observado nesse estudo, onde, entre 23 pessoas que consumiram insetos, 17 são homens e apenas 6 são mulheres. Essa diferença também foi observada por CHEUNG E MORAES (2016), ao constatar que mulheres tendem a ser mais neofóbicas ao consumo de insetos, uma vez que o consideram repugnante.

Nesse sentido, os entrevistados foram questionados pela forma em que os insetos poderiam ser consumidos. Conforme a Figura 1, a maioria dos entrevistados tem preferência em consumir os insetos na forma de farinha (46%), seguido da opção inteiro assado/cozido/frito (25%). Ou seja, o consumidor prefere experimentar insetos geralmente quando sua visibilidade é reduzida, incorporando-o em algum produto como farinha (YEOMANS et al., 2008).

Em relação à escolaridade, pode-se observar que pessoas com formação em pós-graduação consumiram insetos, seguido da graduação incompleta. Esse resultado segue a tendência apresentada por SCHLUP E BRUNNER (2018), onde as pessoas com maior nível de especialização e formação profissional demonstraram maior interesse na pesquisa com insetos em relação às pessoas com menor nível de escolaridade.

A pergunta opcional “Por que consumir insetos?” foi respondida por 128 entrevistados, (19 que já consumiram insetos e 109 que não consumiram), e destes, 60,55% nunca consumiram insetos e afirmam reconhece-los como fonte de nutrientes ou proteínas. Apesar dos participantes compreenderem os benefícios do consumo de insetos, alguns obstáculos impedem que eles sejam convencidos de consumir esta fonte de alimento (SCHLUP e BRUNNER, 2018). Um obstáculo para a aceitação de insetos na dieta dos consumidores da região onde foi realizada a pesquisa é a grande oferta de carne a baixo custo quando comparado aos países orientais e a preferência por refeições convencionais, fazendo com que fontes alternativas de proteína sejam desvalorizadas.

Em 2015 o Brasil foi o segundo maior consumidor mundial de carne bovina com um consumo médio de 38,6 Kg/habitante/ano, sendo que em 2017 o mercado interno foi responsável por consumir 80% de sua produção total (GOMES et al., 2017).

Os consumidores que participaram desta pesquisa preferem refeições convencionais, e geralmente são menos atraídos por opções de substituição da carne, confirmado os resultados obtidos por SCHÖSLER et al. (2012) que investigaram substituições viáveis sem carne e concluíram que a influência dos formatos de refeição, familiaridade com os produtos, habilidades culinárias dificulta a preparação de refeições sem proteína de origem animal.

Variável	Já consumiu inseto?			
	Sim		Não	
	n	%	n	%
Biologicamente sou				
Homem	17	6,77	117	46,61
Mulher	6	2,39	111	44,22
Idade				
15-18	1	0,40	18	7,17
19-25	6	2,39	110	43,82
26-35	7	2,79	42	16,73
36-45	6	2,39	16	6,37
46-65	3	1,20	42	16,73
Escolaridade				
Fundamental Incompleto	0	0,00	4	1,59
Fundamental Completo	0	0,00	4	1,59
Médio Incompleto	2	0,80	6	2,39
Médio Completo	3	1,20	24	9,56
Graduação Incompleta	6	2,39	87	34,66
Graduação Completa	2	0,80	46	18,33
Pós-Graduação	10	3,98	59	23,51
Quanto à alimentação				
Come de tudo	22	8,76	219	87,25
Vegetariano	0	0,00	8	3,19
Vegano	1	0,40	1	0,40

Tabela 1 – Perfil dos entrevistados.

Fonte: Autores

Conforme a Figura 2, 45% dos entrevistados demonstraram não ter opinião em relação à segurança do consumo de insetos, seguido de 28% que consideram o consumo seguro. A ausência de opinião a essa pergunta pode estar relacionada ao mercado inacessível de insetos na região, corroborando com o número de pessoas que não consumiram insetos, nesse caso, 87,25% dos entrevistados. O hábito de consumir insetos é um processo gradual que implica na introdução de mais produtos alimentares a base de insetos no mercado. A discussão pública e privada sobre os benefícios desses produtos, também deve auxiliar na desmistificação do consumo de insetos, de forma que cada vez mais pessoas neofóbicas apreciem essa fonte de alimento (LA BARBERA et al., 2018.)

A mudança para uma dieta mais sustentável exige menor dependência de alimentos de origem animal. Insetos exigem 10 vezes menos alimento do que o gado para produzir uma quantidade equivalente de proteína animal, deixando significativamente menor a pegada ecológica (SCHLUP e BRUNNER, 2018).

A produção mundial de proteína de origem animal representa um sério desafio para o futuro. Os insetos constituem alimentos de qualidade, possuindo altos índices de conversão alimentar e emitem baixos níveis de gases de efeito estufa. Algumas

espécies de insetos podem ser cultivadas de maneira totalmente orgânica, reduzindo a contaminação ambiental e transformando os resíduos em alimentos ricos em proteínas que podem substituir ingredientes alimentares compostos cada vez mais caros, como a farinha de peixe (VAN HUIS, 2013).

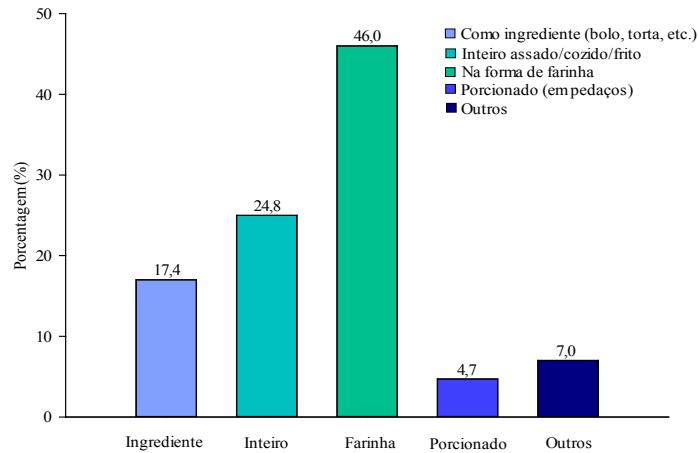


Figura 1 - Preferência dos entrevistados sobre as formas de consumir insetos.

Fonte: Autores

A barreira do “nojo” imposta pelos consumidores ocidentais deve ser rompida, e isto pode ser possível dependendo da apresentação do inseto no prato do consumidor, ou seja, a forma de preparo do inseto, como por exemplo, farinha, pedaços, etc. O conhecimento das qualidades nutricionais, dos benefícios ambientais na criação e do desenvolvimento de produtos proteicos a base de insetos devem ser melhor divulgados pela comunidade científica, desmistificando o preconceito de que os insetos são sujos, nojentos e perigosos. Parâmetros para a criação e abate de insetos, respeitando as boas práticas, devem ser estabelecidos para produzir um alimento seguro e que o consumidor tenha a segurança em consumir esta proteína alternativa, podendo, desta forma, introduzi-la na sua dieta usual.

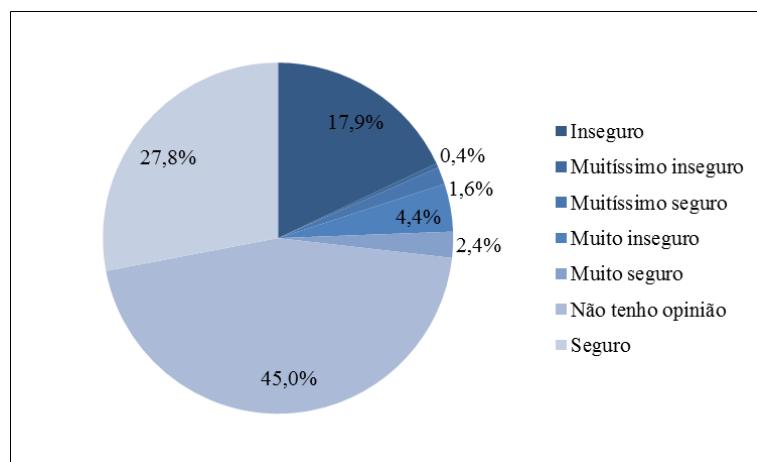


Figura 2 – Opinião dos entrevistados sobre a segurança em consumir insetos.

Fonte: Autores

4 | CONCLUSÕES

Com uma população mundial crescente e consumidores cada vez mais exigentes, a produção de proteína suficiente de gado, aves e peixes representa um sério desafio para o futuro. Insetos podem ser uma alternativa, pois constituem alimentos de qualidade. O consumo de insetos no Ocidente tem encontrado entraves que, podem ser rompidos dependendo da forma de apresentação destes insetos no prato do consumidor. Os resultados deste estudo indicam que os entrevistados preferem consumir insetos na forma de farinha e que a maioria das pessoas não tem opinião relacionada à seguridade da ingestão de insetos.

REFERÊNCIAS

- BAHUCHET, S.; GARINE, I. **The art of trapping in the rainforest**. In: Hladik, C.M., BAHUCHET, S., & GARINE, I. (Eds.). Food and nutrition in the african rainforest. Paris: Unesco, 1990. p. 25-49.
- BUKKENS, S. G. **The nutritional value of edible insects**. Ecology of Food and Nutrition, 1997. cap. 36 (2-4), p. 287-319.
- CHEUNG, T. L.; MORAES, M. S. **Inovação no setor de alimentos: insetos para consumo humano**. Interações. 3 ed. cap. 17, p. 503-515.
- EWELINA, E.; BARBARA, B.; MONIKA, K.; KAMILA, R.; & ANNA, J. **Selected species of edible insects as a source of nutrient composition**. Food Research International, 2015. 3 ed. cap. 7, p. 460-466.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome. **Edible Insects: Future prospects for food and feed security**. Rome: FAO, 2013. 201p.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Global agriculture towards 2050**. Rome: FAO, 2009. 4 p.
- GOMES, R. C.; FEIJÓ, G. L. D.; & CHIARI, L. **Evolução e Qualidade da Pecuária Brasileira**. Embrapa Gado de Corte, 2017. 4 p.
- KELLERT, S. R. **Values and perceptions of invertebrates**. Conservation Biology, 1993. cap. 7, p. 845-855.
- LA BARBERA, F.; VERNEAUA, F.; AMATOA, M.; & GRUNERTB, K. **Understanding Westerners' disgust for the eating of insects: The role of food neophobia and implicit associations**. Food Quality and Preference, 2018. p. 64, 120 –125.
- LOOY, H.; DUNKEL, F. V.; & WOOD, J.R. **How than shall we eat? Insect-eating attitudes and sustainable foodways**. Agriculture and Human Values, 2014. p. 31, 131-141.
- PERSIJN, D.; & CHARRONDIERE, U. R. (2014). **Review of food composition data on edible insects**. Food Chemistry. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem>>. Acesso em: 2014.10.14.
- RAMOS-ELORDUY, J.; MORENO, J. M. P., & CAMACHO, V. H. M. **Could grasshoppers be a nutritive meal?**. Food and Nutrition Sciences, 2012. cap. 3, p. 164–175.

RUMPOLD, B. A.; & SCHLÜTER, O. K. **Potential and challenges of insects as an innovative source for food and feed production.** Innovative Food Science & Emerging Technologies, 2013. ed. 17, p. 1 –11.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C.F.; & LUCIO, P. B. **Metodología de la investigación.** Madrid: McGraw-Hill, 2004. 365p.

SCHLUP, Y.; & BRUNNER, T. **Prospects for insects as food in Switzerland: A tobit regression.** Food Quality and Preference, 2018. 64, p. 37–46.

SCHÖSLER, H.; de BOER, J.; & BOERSEMA, J. J. **Can we cut out the meat of the dish? Constructing consumer-oriented pathways towards meat substitution.** Appetite 2012. 58, p. 39–47. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.appet.2011.09.009>>.

VAN HUIS, A. **Potencial of Insects as Food and Feed and Assuring Food Security.** Annual Review of Entomology, 2013. cap. 58, p. 563-583.

VANHONACKER, F.; VAN LOO, E. J.; GELLYNCK, X.; & VERBEKE, W. **Flemish consumer attitudes towards more sustainable food choices.** Appetite, 2013. p. 62, 7-16.

YEOMANS, M.R.; CHAMBERS, L.; BLUMENTHAL, H.; & BLAKE, A. **The role of expectancy in sensory and hedonic evaluation: The case of smoked salmon ice cream.** Food Quality and Preference, 2008. 6 ed. cap 19, p. 565 –573.

ZENT, E.; & SIMPSON, B. B. **The Importance of Traditional Ecological Knowledge for Palm-weevil Cultivation in the Venezuelan Amazon.** Journal of Ethnobiology, 2009. p. 113-128.

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

Natasha Sékula

Andressa Aparecida Surek

Andressa Ferreira da Silva

Carla Patrícia Boeing de Medeiros

Natalia Schmitz Ribeiro da Silva

Herta Stutz

Katielle Rosalva Voncik Córdova

Universidade Estadual do Centro-Oeste

Guarapuava – Paraná

de açúcar (6%, 3% e 0%). As análises físico-químicas e microbiológicas resultaram em valores que se encaixam na legislação e no esperado para o produto. A aceitação do novo produto foi positiva, principalmente para as amostras com açúcar. Através dos resultados, a amostra escolhida como melhor foi a de 3% de açúcar.

PALAVRAS-CHAVE: Leite fermentado, produto lácteo, micro-organismo, desenvolvimento.

ABSTRACT: *Kefir* is a fermented milk, of simple preparation and very accessible. Because it is a probiotic, due to its microbiological and biochemical composition, *Kefir* has functional characteristics. Due to these characteristics, it is a product that attracts attention at a time where the quest for health and quality of life is increasing. Oats are also considered functional food, mainly due to the dietary fibers content and quality. The addition of jelly has as main function the aromatization of the fermented milk *Kefir*, to make the drink more palatable, with fruit flavor and sweet. Thus, the present project aimed to develop fermented milk with *Kefir*, with addition of strawberry jelly and oat flakes. Physicochemical, microbiological, sensorial and cost analysis of the product were carried out, with variation in sugar content (6 %, 3% and 0%). The physicochemical and microbiological analyzes resulted in values that fit the legislation

RESUMO: O *Kefir* é um leite fermentado, de simples preparo e bem acessível e por se tratar de um probiótico, devido sua composição microbiológica e bioquímica, o *Kefir* apresenta características funcionais. Devido a essas características é um produto que chama atenção num momento onde a busca por saudabilidade e qualidade de vida é cada vez maior. A aveia também é considerada um alimento funcional, principalmente devido ao teor e qualidade das fibras alimentares. A adição da geleia tem como principal função a aromatização no leite fermentado *Kefir*, para tornar a bebida mais agradável ao paladar, com sabor de fruta e mais adocicado. Dessa forma, o presente projeto teve como objetivo desenvolver leite fermentado com *Kefir*, com adição de geleia de morango e aveia em flocos, sendo realizadas análises físico-químicas, microbiológicas, sensoriais e de custo do produto, com variação na quantidade

and expected for the product. The acceptance of the new product was positive, especially for the samples with sugar. Through the results, the best sample chosen was with 3% sugar.

KEYWORDS: Fermented milk, dairy products, microorganism, development.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo a Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007, definição 2.1. “Entende-se por Leites Fermentados os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas por coagulação e diminuição do pH do leite, ou reconstituído, adicionado ou não de outros produtos lácteos, por fermentação láctica mediante ação de cultivos de micro-organismos específicos. Estes micro-organismos específicos devem ser viáveis, ativos e abundantes no produto final durante seu prazo de validade” e “entende-se por *Kefiro* produto incluído na definição 2.1 cuja fermentação se realiza com cultivos ácido-lácticos elaborados com grãos de *Kefir*, *Lactobacillus kefir*, espécies dos gêneros *Leuconostoc*, *Lactococcus* e *Acetobacter* com produção de ácido láctico, etanol e dióxido de carbono. Os grãos de *Kefir* são constituídos por leveduras fermentadoras de lactose (*Kluyveromyces marxianus*) e leveduras não fermentadoras de lactose (*Saccharomyces omnisporus* e *Saccharomyces cerevisiae* e *Saccharomyces exiguum*), *Lactobacillus casei*, *Bifidobacterium sp.* e *Streptococcus salivarius subsp. *thermophilus**”.

Por se tratar de um probiótico, devido sua composição microbiológica e bioquímica, o Kefir apresenta características funcionais. Segundo a RDC nº 18, de 30/04/1999 da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde (ANVISA), “é alimento funcional todo aquele alimento ou ingrediente que, além das suas funções nutritivas básicas, quando consumido como parte da dieta, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos à saúde humana”. Assim, o Kefir promove o equilíbrio da microbiota intestinal, além de, ter propriedades anticancerígenas, proporciona diminuição do colesterol e melhoramento da tolerância à lactose (SANTOS et al., 2012; JOHN, S. M., DEESEENTHUM, S., 2015).

O Kefir é um leite fermentado, de simples preparo e bem acessível. Para obtenção do leite fermentado, os grãos podem ser reutilizados após lavagem. O tempo necessário para que os microrganismos o produzS(LAW, B. A., 1997).

O aumento da demanda por alimentos funcionais pode ser explicado devido aos consumidores estarem cada vez mais preocupados com a saudabilidade e bem-estar. O desenvolvimento de novas tecnologias proporcionou a indústria de alimentos o desenvolvimento de novos produtos, visionando os ganhos nesta área (MACHADO et al., 2012).

Com relação ao produto Kefir e seus derivados, o Brasil é considerado atualmente como produtor artesanal, sem muito conhecimento tecnológico sobre o mesmo, possuindo apenas oito patentes até o ano de 2011. Porém, o mesmo vem conquistando

consumidores de várias regiões do país, por meio das suas características sensoriais e suas propriedades funcionais (WESCHENFELDER et al., 2009). Sabendo disso, há uma ampla utilização do Kefir em diversos produtos, como: queijo Petit suisse iogurte, sorvete, crepe, pudim, entre outros (SANTOS et al., 2012).

A aveia também é considerada um alimento funcional com qualidade nutricional superior aos demais cereais, principalmente devido ao seu teor e qualidade das fibras alimentares, podendo variar com o local de cultivo, clima e genótipo (GUTKOSKI et al., 2007). As beta-glucanas presentes na fibra alimentar da aveia são benéficas para saúde do coração, manutenção dos níveis de açúcar no sangue melhora a digestão, além de promover um bom funcionamento do intestino (FIB, 2013).

A geleia tem como principal função a aromatização no leite fermentado Kefir, para tornar a bebida mais agradável ao paladar, com sabor de fruta e levemente mais adocicado, conferindo também maior consistência ao produto.

Dessa forma, o presente projeto teve como objetivo desenvolver leite fermentado com Kefir adicionado de geleia de morango e aveia em flocos, sendo realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais do produto, com o intuito de torná-lo um diferencial no mercado brasileiro, bem como promover uma opção de produto lácteo probiótico e sensorialmente agradável ao consumidor.

2 | METODOLOGIA

Para a produção do leite fermentado com o Kefir, foi adicionado em um recipiente previamente higienizado os grãos de kefir e leite integral UHT, em uma proporção de 5% de grãos do total de leite, mantendo em temperatura ambiente por um período de 24 h para que ocorresse a fermentação. Após esse processo, foi realizada a filtração por meio de peneiras para separação dos grãos de Kefir do leite fermentado, a metodologia foi efetuada com base no trabalho realizado por Otles e Cagindi (2003). Adicionou-se o açúcar demerara ao leite fermentado, o qual em seguida foi envasado em embalagem plástica com divisória entre os flocos de aveia, a geleia de morango e o leite fermentado, posteriormente, as embalagens foram colocadas sob refrigeração (4°C). Os ensaios foram definidos como padrão (sem adição de açúcar), 3% de adição de açúcar e 6% de adição de açúcar.

Foram realizadas análises de fibra bruta, pH, acidez em ácido lático, resíduo por incineração, gordura, glicídios redutores em lactose segundo a metodologia descrita no Instituto Adolfo Lutz (2008). A determinação de nitrogênio total (Proteínas) foi realizada de forma adaptada para o micro-Kjeldahl conforme descrito por Venturoso et al. (2007). As análises microbiológicas foram: bolores e leveduras, bactérias láticas, coliformes totais e coliformes fecais, segundo Silva, Junqueira e Silveira (1997). Os produtos com variação de açúcar (6%, 3% e 0%) foram submetidos à análise sensorial de preferência à partir do teste de aceitação de escala hedônica de nove pontos.

Foi utilizado o teste de Perfil de Característica, utilizando escala estruturada de cinco pontos, no qual os provadores atribuíram valores às características aparência, cor, odor, sabor e textura, sendo o escore mínimo um (péssimo) e o máximo cinco (excelente). Por fim, foi realizado o teste de escala de atitude ou de intenção, que apresentou sete pontos, onde os termos definidos e identificados numericamente se situaram entre “compraria sempre” e “nunca compraria”. Esse teste indicou a aceitabilidade do produto (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008). Os resultados das análises foram analisados estatisticamente por meio da Análise de Variância e Teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o objetivo de verificar possíveis diferenças entre as diferentes amostras.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 é apresentada a composição centesimal das três amostras analisadas, sendo estas: 6% de adição de açúcar, 3% de adição de açúcar e isento de açúcar, definido nesse estudo como “0% adição de açúcar”. Os cálculos foram realizados em base úmida.

Análises	6% adição de açúcar	3% adição de açúcar	0% adição de açúcar
Umidade	75,41 ± 0,51 ^a	77,37 ± 0,08 ^b	78,46 ± 0,63 ^b
Cinzas	0,67 ± 0,04 ^a	0,73 ± 0,12 ^a	0,69 ± 0,02 ^a
Lipídeos	2,79 ± 0,31 ^a	2,76 ± 0,13 ^a	2,90 ± 0,03 ^a
Proteínas	11,08 ± 0,10 ^a	10,57 ± 0,39 ^a	11,03 ± 0,29 ^a
Fibras	0,24 ± 0,01 ^a	0,56 ± 0,06 ^b	0,64 ± 0,08 ^b

Tabela 1 – Composição centesimal das formulações de *Kefir* integral com adição de geleia e aveia em flocos.

*Os resultados são apresentados na forma de média ± desvio padrão. Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As amostras seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

As três amostras não diferiram entre si ($p \leq 0,05$) quanto ao teor de cinzas. Quantos aos valores de umidade houve diferença estatística entre as amostras, sendo que a amostra com adição de 6% de açúcar apresentou o menor percentual e isso pode ser justificado pela maior quantidade de açúcar adicionada nesta amostra. O valor médio de 77,08% entre as amostras obtido foi próximo ao valor encontrado no trabalho de Weschenfelder et al. (2011) de 79,39%.

Não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras de lipídeos, variando entre 2,76% a 2,90%. Segundo a legislação (BRASIL, 2005), para ser considerada bebida láctea fermentada, deve ter no mínimo 2% de lipídeos. Portanto, as amostras estão de acordo com o exigido pela legislação.

Considerando o regulamento técnico de identidade e qualidade (BRASIL, 2007)

é possível afirmar que o leite fermentado *kefir* atendeu aos padrões estabelecidos quanto a fração proteica (mínimo 2,9%).

Em relação ao conteúdo de fibras, a amostra 0% de açúcar obteve maior quantidade de fibras, a qual não diferiu estatisticamente ($p \leq 0,05$) com a amostra 3% de açúcar, mas diferiu em relação à amostra com 6% de adição de açúcar. Dentre os ingredientes contidos no produto, o qual contém realmente quantidade de fibras é a aveia. De acordo com a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO, 2011), a aveia em flocos apresenta 9,1 g de fibras para 100g do produto, o que então para a quantidade teórica fibrosa das formulações, obtém-se um valor de 0,56%, valor considerado próximo ao teor médio entre amostras, este então de 0,48%.

Na Tabela 2, encontram-se os valores de pH, acidez em ácido láctico e o teor de glicídios redutores em lactose encontrados nas amostras 6%, 3% e 0% de adição de açúcar.

Análises	6% adição de açúcar	3% adição de açúcar	0% adição de açúcar	
pH		4,57 \pm 0,01 ^a	4,56 \pm 0,02 ^a	4,58 \pm 0,04 ^a
Acidez (g ácido láctico/100g)		0,71 \pm 0,03 ^a	0,68 \pm 0,005 ^a	0,70 \pm 0,008 ^a
Teor de glicídios redutores em lactose		0,0014 \pm 9,9E-6 ^a	0,0014 \pm 9,0E-6 ^a	0,0014 \pm 9,4E-6 ^a

Tabela 2 – Valores de pH, acidez em ácido láctico e o teor de glicídios redutores em lactose do *Kefir* integral com adição de geleia e aveia em flocos.

*Os resultados são apresentados na forma de média \pm desvio padrão. Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As amostras seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

As formulações analisadas não diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) quanto aos valores de pH e acidez, observando-se valores médios de 4,57 e 0,696, respectivamente. De acordo com o padrão de identidade e qualidade para leites fermentados, a acidez do *kefir* encontra-se dentro do permitido pela legislação (BRASIL, 2007), a qual exige valores de acidez entre 0,5 a 1,5 g ácido láctico.100g⁻¹. A mesma média de acidez foi encontrada por Leonardi et al., (2012) no 1º dia de armazenamento do *kefir* a 4 °C.

Os valores obtidos para glicídios redutores em lactose não apresentaram variação estatística entre si ($p \leq 0,05$) e foram considerados baixos quando comparados a estudos realizados por Terra (2007), onde os valores variaram de 0,50% (*kefir* feito a partir de leite com baixo teor de lactose) a 4,20% (*kefir* produzido a partir de leite semidesnatado).

Como a Instrução Normativa nº46 de 23 de outubro de 2007 que determina os parâmetros físico-químicos ideais para leites fermentados não apresenta os valores a serem alcançados para glicídios redutores em lactose, considera-se o resultado obtido como ideal para consumidores intolerantes à lactose, devido ao fato de que o

teor de lactose obtido experimentalmente é extremamente baixo quando comparado a estudos semelhantes.

Os resultados das análises microbiológicas do *Kefir* estão apresentados na Tabela 3.

Amostra	Bolores e leveduras (PDA)	Bactérias láticas (MRSA)	Coliformes totais (VB)	Coliformes fecais (EC)
6% de adição de açúcar	$6,33 \times 10^5$	$3,25 \times 10^8$	23	-
3% de adição de açúcar	$6,27 \times 10^5$	$3,75 \times 10^8$	23	-
0% de adição de açúcar	$6,50 \times 10^5$	$2,70 \times 10^8$	43	-

Tabela 3 – Resultado das análises microbiológicas das três amostras de *Kefir* adoçado e não adoçado, com adição de geleia de morango e aveia em flocos no dia 1.

*Os resultados de bolores e leveduras (PDA) e bactérias láticas (MRSA) são expressos em unidades formadoras de colônias por grama de amostra (UFC.g⁻¹). Os resultados de coliformes totais (VB) e fecais (EC) estão expressos em número mais provável por grama de amostra (NMP.g⁻¹).

Com relação ao crescimento de bolores e leveduras, vale ressaltar que o crescimento de bolor foi mínimo, quase nulo e que houve predominância de leveduras, se encaixando dentro dos valores determinados pela legislação. Segundo o PIQ (Padrão de Identidade e Qualidade) para leites fermentados e a Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007, a quantidade mínima de leveduras em *Kefir* é de 10^4 UFC.g⁻¹, que deve permanecer viável e ativa no produto final durante seu prazo de validade.

Os resultados encontrados para bactérias láticas nas amostras de *Kefir* também superam o valor mínimo determinado pela Instrução Normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007, que é de 10^7 UFC.g⁻¹, sendo que esse mínimo deve permanecer disponível no produto durante seu prazo de validade. Os valores encontrados para as amostras de *Kefir* se mantiveram dentro de 10^8 UFC.g⁻¹.

A contagem de coliformes totais resultou em valores muito abaixo do máximo permitido pela legislação. Segundo o MAPA (2007), o valor máximo permitido de coliformes à 30°C (totais) em leites fermentados é de 100, já as amostras de *Kefir* 6% de açúcar, 3% de açúcar e 0% de açúcar, apresentaram valores de 23, 23 e 43 NMP.g⁻¹ respectivamente, estando abaixo da metade do valor máximo permitido, podendo ser considerado um produto seguro para o consumo.

Não houve desenvolvimento de coliformes fecais nas amostras de leite fermentado *Kefir* analisadas, com as diferentes variações de açúcar, sendo um ótimo resultado e confirmado a confiabilidade e segurança do produto.

Os resultados da análise sensorial encontram-se na Tabela 4.

Atributos Sensoriais	6% de adição de açúcar	3% de adição de açúcar	0% de adição de açúcar
Preferência	7,51 ± 1,65 ^a	7,46 ± 1,54 ^a	6,31 ± 1,89 ^b
Cor	3,97 ± 0,91 ^a	3,87 ± 0,90 ^a	3,82 ± 1,00 ^a
Aroma	3,82 ± 0,97 ^a	3,66 ± 1,05 ^a	3,56 ± 1,08 ^a
Sabor amargo	3,94 ± 1,09 ^a	3,94 ± 1,16 ^a	3,58 ± 1,04 ^a
Sabor residual	4,05 ± 0,94 ^a	4,18 ± 1,00 ^a	3,46 ± 1,07 ^b
Textura	3,87 ± 0,94 ^a	3,77 ± 0,95 ^a	3,51 ± 1,01 ^a
Aparência	3,77 ± 1,08 ^a	3,67 ± 1,10 ^a	3,61 ± 0,98 ^a

Tabela 4 – Resultados da análise sensorial realizada em *kefir* integral com adição de geleia e aveia em flocos.

*Os resultados são apresentados na forma de média ± desvio padrão. Teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As amostras seguidas pela mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de significância.

Em relação aos resultados apresentados na Tabela 4 obtidos através da análise sensorial, pode se ressaltar que os quesitos avaliados como cor, aroma, sabor amargo, textura e aparência das amostras padrão com 6% de açúcar, 3% e sem açúcar não demonstraram estatisticamente diferença significativa ($p \leq 0,05$). No teste de preferência, as formulações com 6% e 3% de açúcar não diferiram estatisticamente, sendo ambas bem aceitas com relação à formulação sem açúcar, o que pode ser justificado por uma maior palatabilidade devido ao sabor doce decorrente da adição do açúcar. Do mesmo modo, o sabor residual foi percebido mais facilmente na formulação sem açúcar e isso, provavelmente ocorre por conta da acidez do produto que ficou mais evidente por não apresentar açúcar em sua formulação.

Em geral, as amostras padrão com 6% de açúcar e a com 3% de açúcar, ambas obtiveram bons resultados quanto a intenção de compra comparadas com a amostra sem açúcar. 28% dos julgadores avaliaram as amostras padrão e 3% de açúcar, e 8% avaliaram a amostra 0% de açúcar com a nota 7 (melhor nota), 18% (6% de açúcar), 21% (3% de açúcar) e 8% (0% de açúcar) avaliaram com a nota 6, 18% (6% e 3% de açúcar), 21% (sem açúcar) avaliaram nota 5, 18% (6% de açúcar), 21% (3% de açúcar) e 31% (sem açúcar) avaliaram com a nota 4, e 18% (6% de açúcar), 13% (3% de açúcar) e 33% (0% de açúcar) avaliaram com as notas 3, 2 e 1.

Dá para se concluir através dos resultados da análise sensorial que a amostra padrão e a amostra com 3% de açúcar obtiveram boa aceitação, tanto pelos atributos sensoriais quanto a intenção de compra.

Para análise de custos, tem-se a demanda de matéria-prima para uma batelada de 400 Kg para a produção de *Kefir*, assim como, o valor total gasto em uma batelada. Ao transformar 400 Kg em gramas e dividir por 170 g, tem-se a quantidade de unidades produzidas de *Kefir* em uma batelada de 400 Kg, e então, dividindo a soma total da matéria prima (incluindo o preço de cada ingrediente) pela quantidade de unidades

produzidas e somando com o valor da embalagem (capacidade de 170 g), o qual é R\$0,60, tem-se o custo de cada unidade produzida de *Kefir* integral adoçado com adição de geleia e aveia em flocos.

4 | CONCLUSÕES

De acordo com o presente projeto, a respeito das análises físico-químicas, os parâmetros avaliados como cinzas, lipídios e proteína não tiveram diferença significativa entre as formulações. A umidade obteve menor diferença em relação à amostra padrão devido a uma maior quantidade de açúcar. O valor do pH e de acidez em ácido láctico é satisfatório. Ao conteúdo de fibras, o valor médio entre as amostras ficou bem próximo ao valor teórico obtido. Ao teor de glicídios redutores em lactose, não teve diferença significativa, considerado ideal para consumidores intolerantes à lactose.

Em relação às análises microbiológicas, as quais foram realizadas para bolores e leveduras, bactérias lácticas e para coliformes totais e coliformes fecais, todas apresentaram valores dentro da legislação, o que assim confirma tanto a confiabilidade e segurança no consumo do produto.

Portanto, permitiu-se descobrir que entre as formulações estudadas, a amostra escolhida para comercialização é a de 3% de açúcar, devido a obter uma maior economia de matéria-prima como a uma maior saudabilidade do produto, também devido a sua boa aceitação tanto sensorialmente quanto pela sua intenção de compra.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. *Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos*.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. *Adota o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados, anexo à presente Instrução Normativa*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 24 out. 2007. Seção 1, p.4.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 16, de 23 de agosto de 2005. *Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de bebida láctea*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 24 de agosto de 2005.
- FIB. *Food Ingredients Brasil*. A importância da beta-glucana de aveia para a saúde e nutrição humana. Nº 27, 2013. Disponível em: http://revista-fi.com.br/upload_arquivos/201606/2016060383014001467050815.pdf. Acesso em: 17 abril. 2018.
- GUTKOSKI, Luiz Carlos et al. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. *Ciênc. e Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 27, p.355-363, abr./jun. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cta/v27n2/24.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4^a ed. (1^a Edição digital), São Paulo, 2008. 874p.

JOHN, S. M., DEESEENTHUM, S. Properties and benefits of kefir - A review. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, v. 37, n.3, p. 275-282, 2015.

LAW, B. A. **Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented Milk.** Londres, 2. ed. Berkshire: *Blackie Academic & Professional*, 1997. 363 p

LEONARDI, R.; PRUDÊNCIO, S. H.; FERREIRA, M. P. *Características Físico-químicas e aceitação de kefir com leite integral e desnatado.* Monografia de pós-graduação – Centro Universitário Filadélfia (UniFIL), 2012. 15 p. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuário/Downloads/ARTIGO ANALISES FISICO QUIMICAS KEFIR 2.pdf>>. Acesso em: 12 jun. 2018.

MACHADO, B. A. S.; REIS, J. H. O.; PIRES, E. A.; SANTOS, F. L. Mapeamento tecnológico de patentes de kefir. *Cadernos de Prospecção*, [s.l.], v. 5, n. 2, p.86-97, 2012.

MAGALHÃES, K. T; PEREIRA, G. V. M; CAMPOS, C. R; DRAGONE, G; SCHWAN, R. F. Brazilian kefir: microbial communities and chemical composition. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 42, p. 693 – 702, 2011.

OTLES, S.; CAGINDI, O. Kefir: A Probiotic Dairy-Composition, Nutritional and Therapeutic Aspects. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2: 54-59, 2003. Disponível em: <<10.3923/pjn.2003.54.59>>. Acesso em: 16 abr. 2018.

SANTOS, T. S. S.; MARTINS, J. F. L.; ROCHA, D. M. U. P.; MOREIRA, A. V. B. “Petit suisse” cheese from kefir: an alternative dessert with microorganisms of probiotic activity. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* vol.32, n.3. p. 485-491, 2012.

SILVA, N. D.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.* São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295 p.

TACO. *Tabela brasileira de composição de alimentos.* 4. Ed. Campinas: NEPA/UNICAMP, 2011.

TERRA, Flávio Marques. *Teor de lactose em leites fermentados por grãos de kefir.* 2007. 48 f. Monografia (Especialização) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

VENTUROSO, R. C. et al. Determinação da composição físico-química de produtos lácteos: estudo exploratório de comparação dos resultados obtidos por metodologia oficial e por ultra-som. *Rev. Bras. de Ciênc. Farmacêuticas.* São Paulo, p. 607-613. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcf/v43n4/13.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2018.

WESCHENFELDER, S. *Caracterização de kefir tradicional quanto à composição físico-química, sensorialidade e atividade anti-*Escherichia coli*.* Porto Alegre-RS:UFRS, (2009). 72p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2009.

WESCHENFELDER, S. et al. Caracterização físico-química e sensorial de kefir tradicional e derivados. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, [s.l.], v. 63, n. 2, p.473-480, abr. 2011. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-09352011000200027>.

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

Marcella Vitoria Galindo

Universidade Estadual de Campinas,
Departamento de Ciência de Alimentos
Campinas, São Paulo

João Augusto Salviano de Medeiros

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Departamento Acadêmico de Materiais
Londrina, Paraná

Lyssa Setsuko Sakanaka

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós-graduação em Tecnologia de
Alimentos
Londrina, Paraná

Carlos Raimundo Ferreira Grosso

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós-graduação em Tecnologia de
Alimentos
Londrina, Paraná

Marianne Ayumi Shirai

Universidade Tecnológica Federal do Paraná,
Programa de Pós-graduação em Tecnologia de
Alimentos
Londrina, Paraná

agitação magnética, Ultra-turrax e sonicador. Nas micropartículas foram avaliadas a morfologia por microscopia ótica, a eficiência de encapsulação (EE) e a distribuição de tamanho e nos filmes determinou-se as propriedades mecânicas e a permeabilidade ao vapor de água. As micropartículas de D-limoneno apresentaram formato esférico, diâmetro médio de $158,1 \mu\text{m}$ e a EE foi de 83,95%. A incorporação de micropartículas elevou a resistência a tração, o módulo de Young e a PVA e reduziu a elongação na ruptura dos filmes. Entretanto, entre os métodos de incorporação não foi verificada diferença significativa nas propriedades avaliadas. Filmes de gelatina e quitosana podem ser uma matriz promissora para incorporação de micropartículas de óleo essencial, sendo uma alternativa na conservação de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Biopolímeros. Óleo essencial. Gelificação iônica.

ABSTRACT: In this work, D-limonene microparticles were produced by ionic gelation and applied in gelatin and chitosan biodegradable films. Three methods of dispersion of the microparticles were evaluated in the film-forming solution: magnetic stirring, Ultra-turrax and sonicator. The microparticles were characterized in terms of encapsulation efficiency (EE), size distribution, and morphology

RESUMO: Neste trabalho micropartículas de D-limoneno foram produzidas por gelificação iônica e aplicados na formulação de filmes biodegradáveis de gelatina e quitosana. Foram avaliados três métodos de dispersão das micropartículas na solução filmogênica:

by optical microscopy, and in the films the mechanical properties and water vapor permeability were determined. The D-limonene microparticles showed spherical shape, mean diameter of 158.148 µm and EE of 83.95%. Microparticle incorporation increased tensile strength, Young's modulus and PVA and reduced elongation at break of the films. However, among the incorporation methods there was no significant difference in the evaluated properties. Films of gelatin and chitosan are promising matrix to incorporate essential oil microparticles and can be an alternative in food preservation.

KEYWORDS: Biopolymer. Essential oil. Ionic gelation.

1 | INTRODUÇÃO

Biopolímeros, como proteínas e polissacarídeos, têm sido aplicados na produção de filmes e coberturas comestíveis, pois não são tóxicos, são biocompatíveis, biodegradáveis e derivados de fontes renováveis. Desta forma, filmes ativos biodegradáveis produzidos pela mistura de quitosana e gelatina estão sendo estudados para aplicação em diversos alimentos por possuírem boas propriedades de barreira a oxigênio e por serem bons carregadores de substâncias bioativas (BONILLA; SOBRAL, 2016; PEREDA et al., 2011).

Os óleos essenciais são substâncias naturais que desempenham função de proteção em plantas e são utilizados como aditivos naturais em alimentos, sendo reconhecidos como GRAS (Generally Recognized as Safe) (RUIZ-NAVAJAS et al., 2013). O óleo essencial de D-limoneno (1-metil-4-(prop-1-en-2-il)ciclohex-1-eno) é usualmente encontrado em cascas de frutas cítricas como limão e laranja, sendo utilizado como aromatizante em alimentos, além de possuir propriedades funcionais no combate ao câncer e redução da absorção do colesterol pelo organismo (FERNANDES et al., 2014).

A incorporação direta de óleos essenciais em alimentos é limitada devido ao seu forte sabor e aroma, e a inclusão em filmes biodegradáveis representaria uma alternativa interessante, permitindo a obtenção de materiais ativos que poderiam auxiliar na extensão da vida útil e agregação de valor ao alimento (ATARÉS; CHIRALT, 2016). Uma outra forma de incorporação de óleos essenciais em filmes seria na forma microencapsulada. A vantagem é que o óleo estaria protegido de condições drásticas como luz, oxigênio e calor, evitando que sejam degradados ou volatilizados durante o processamento do filme (RUIZ-NAVAJAS et al., 2013).

Estudos sobre os métodos de incorporação de micropartículas na produção de filmes biodegradáveis são poucos relatados na literatura. Com isso, este trabalho teve como objetivo geral produzir filmes biodegradáveis de quitosana e gelatina com a incorporação de micropartículas de D- limoneno. Nos filmes obtidos foram determinadas a permeabilidade ao vapor de água e as propriedades mecânicas e as micropartículas foram caracterizadas quanto ao tamanho médio, morfologia e eficiência de encapsulação.

2 | METODOLOGIA

2.1 Produção e caracterização das micropartículas de D-limoneno por gelificação iônica

As microcápsulas foram produzidas através da técnica de gelificação iônica. Primeiramente foi preparada uma emulsão contendo alginato de sódio (1,25%, m/v), D-limoneno (proporção 2:1 em relação à massa de alginato de sódio) e óleo resina de páprica (2% em relação à massa de D-limoneno). Esta mistura foi emulsionada em homogeneizador Ultra Turrax (marca IKA, modelo T18) a 15.000 rpm por 3 min. A emulsão foi transportada com auxílio de uma bomba peristáltica (vazão de 0,3 L/h e fluxo de ar 15 L/min) para ser aspergida, com auxílio de um bico atomizador (0,7 mm de diâmetro), sobre um recipiente contendo solução de cloreto de cálcio 2% (m/v). As microcápsulas permaneceram sob agitação magnética por 15 min e foram lavadas com água deionizada em uma peneira com abertura 270 mesh/Tyler (Bertel, Brasil).

Para verificar a eficiência de encapsulação foi utilizado o método de destilação por arraste a vapor com auxílio de um Clevenger. O diâmetro médio e a distribuição de tamanho das micropartículas foram determinados por espalhamento de luz (Horiba, modelo LV950, Japão) com água destilada como meio dispersante. O diâmetro médio da partícula foi expresso em termos de volume médio ($D_{4,3}$) e a polidispersidade foi dada pelo índice span. A morfologia das micropartículas foi avaliada em microscópio ótico (Motic, modelo BA210) acoplado com câmera digital para obtenção das imagens.

2.2 Produção e caracterização dos filmes de quitosana e gelatina incorporados com microcápsulas de D-limoneno

Para a obtenção dos filmes, as soluções de gelatina a 4% (m/v) (adicionada de 1 g de glicerol/100 mL de solução de gelatina) e quitosana a 1% (m/v) (dissolvida em ácido acético 1%, v/v) foram misturadas na proporção 1:1 (m/m) e adicionou-se 20 g/100 g solução filmogênica de micropartículas de D-limoneno. Três métodos de homogeneização das micropartículas na solução filmogênica foram pesquisados: (a) agitação magnética por 10 minutos (FA); (b) Ultra-turrax a 10.000 rpm por 4 min (FT) e (c) sonicador com potência de 50% por 2 min, com pulso on de 20 segundos e pulso off de 15 segundos (FS). As soluções filmogênicas (Controle, FA, FT e FS) foram vertidas em placas de acrílico e secas a 25°C em estufa BOD (Tecnal, Brasil) over night. Nos filmes foram determinadas as propriedades mecânicas (resistência máxima à tração (MPa), alongamento na ruptura (%)) e módulo de elasticidade ou de Young (MPa)) conforme a ASTM D-882-02 de 2002 e a permeabilidade ao vapor de água conforme ASTM E-96-00 de 2000.

2.3 Análise estatística

Os resultados de propriedades mecânicas e PVA dos filmes foram avaliadas por análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas por teste de Tukey ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$) utilizando o Software Statistica 7.0 (Statsoft, Tulsa, OK, EUA).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se a morfologia e a estrutura interna das microcápsulas úmidas (aproximadamente 98% de umidade), que se apresentaram no formato esférico e é possível verificar as gotas de óleo essencial espalhadas na matriz de alginato de sódio. O diâmetro médio ($D_{4,3}$) das micropartículas foi de $158,1 \pm 3,1 \mu\text{m}$, valor significativamente menor que o reportado por Müller et al. (2016) em micropartículas de óleo essencial de laranja obtidas por gelificação iônica. O índice de polidispersão ou span das micropartículas foi de $1,73 \pm 0,11$, sendo considerado um valor elevado e indica que não houve homogeneidade quanto ao tamanho das amostras. Isso pode ter sido decorrência da utilização do atomizador duplo fluido para a produção das partículas. A EE foi de 83,95% e valor superior (99,51%) de EE foi relatado por Müller et al. (2016).

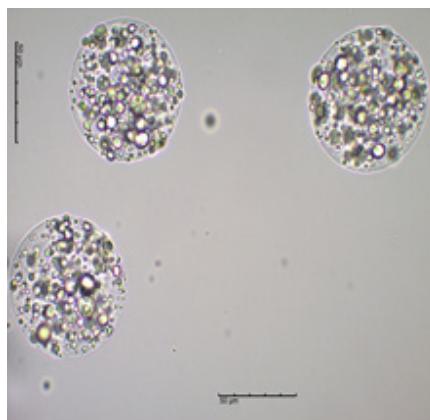


Figura 1- Microscopia ótica das micropartículas de D-limoneno.

Os filmes obtidos foram de fácil manipulação e foram facilmente removidos das placas de acrílico depois de secos. O filme controle apresentou-se com maior transparência, brilho e sua superfície era lisa. Já os filmes com micropartículas de D-limoneno apresentaram a superfície rugosa e levemente amarelada devido as micropartículas estarem dispersas por toda a superfície do filme. Os filmes FS, FT e FA não apresentaram diferença com relação à aparência.

Os resultados das propriedades mecânicas e de PVA dos filmes de gelatina e quitosana adicionadas de micropartículas de D-limoneno por diferentes métodos se encontram na Tabela 1. Em relação a PVA, no geral, a incorporação de micropartículas

elevou seus valores, independente do método de dispersão pesquisado. Isto pode ter ocorrido pela falta de interação química entre a matriz do filme (gelatina e quitosana) com as micropartículas, resultando em espaços que permitiram a passagem de vapor de água. O menor valor de PVA do filme controle sugere que a quitosana e a gelatina apresentaram boa interação, proporcionando uma matriz coesa e homogênea.

Formulação	PVA 10 ⁻⁷ (g/m. Pa.h)	MY (MPa)	T (MPa)	E (%)
Controle	2,17 ± 0,25 ^c	253,82 ± 29,10 ^b	16,91 ± 2,69 ^b	58,27 ± 8,90 ^a
FA	3,80 ± 0,05 ^a	416,41 ± 48,62 ^a	20,52 ± 1,74 ^a	16,73 ± 1,57 ^c
FT	3,02 ± 0,16 ^b	414,17 ± 32,27 ^a	20,35 ± 0,99 ^a	14,48 ± 1,95 ^c
FS	3,43 ± 0,02 ^{a,b}	391,64 ± 28,48 ^a	19,58 ± 1,59 ^a	23,35 ± 2,62 ^b

Tabela 1 - Propriedades mecânicas e PVA de filmes de gelatina e quitosana incorporadas com micropartículas de D-limoneno por diferentes métodos.

Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de significância, pelo teste de Tukey.

Para as propriedades mecânicas, o filme controle novamente se mostrou diferente ($p < 0,05$) em relação aos outros tratamentos, apresentando maior elongação e menor resistência a tração e módulo de Young. Por outro lado, Kim et al. (2013) relataram que não houve alteração nas propriedades mecânicas quando se adicionou microcápsulas de óleo de canela em filmes de polietileno de baixa densidade. Considerando o método de incorporação das micropartículas no filme, não foi verificado diferença significativa nas propriedades mecânicas, sugerindo que um método simples como a agitação magnética foi suficiente para dispersar as micropartículas na solução filmogênica.

4 | CONCLUSÃO

Neste trabalho foi possível produzir filmes de gelatina e quitosana com micropartículas de D-limoneno. A incorporação das micropartículas proporcionou filmes mais resistentes, porém houve elevação na PVA. Os métodos de dispersão (agitação magnética, homogeneização com ultra-turrax e sonicador) das micropartículas na solução filmogênica não interferiram nas propriedades mecânicas e na PVA. A microencapsulação é uma técnica promissora que possibilita a aplicação de óleos essenciais em filmes biodegradáveis. Entretanto, estudos ainda são necessários para viabilizar a aplicação destes materiais em alimentos visando a melhoria das características sensoriais e extensão de sua vida útil.

REFERÊNCIAS

ATARÉS, L., CHIRALT, A. **Essential oil as additives in biodegradable films and coatings for active food packaging.** Trends in Food Science & Technology, v. 48, p. 51-62, 2016. Disponível em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224415300960> >. Acesso em: 01 ago. 2017.

BONILLA, J.; SOBRAL, P. J. A. **Investigation of the physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of gelatina-chitosan edible film mixed with plant ethanolic extracts.** Food Bioscience, v.16, p.17-25, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429216300499?via%3Dihub>>. Acesso em: 24 abr. 2016.

FERNANDES, I. J.; KIELING, A. G.; ROCHA, T. L. A. C.; BREHM, F. A.; MORAES, C. A. M. **Produção e avaliação de microcápsulas de alginate contendo óleo essencial de casca de laranja.** Eclética Química, v.39, p. 164-174, 2014.

KIM, I.; HAN, J. H.; CHANG, P.; CHUNG, M. S.; PARK, K. H.; MIN, S. C. **Insect-resistant food packaging film development using cinnamon oil and Microencapsulation technologies.** Food Science and Technology, v. 78, n. 2, p. 229-237, 2013. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1750-3841.12006/full>>. Acesso em: 15 ago. 2016.

MÜLLER, P. S.; **Encapsulation efficiency and thermal stability of orange essential oil microencapsulated by spray drying and by coacervation.** Boletim do Centro de Processamento de Alimentos, v. 34, n. 1, p. 133-150, 2016.

PEREDA, M., PONCE, A.G., MARCOVICH, N.E., RUSECKAITE, R.A., MARTUCCI, J.F. **Chitosan gelatin composites and bi-layer films with potential antimicrobial activity.** Food Hydrocolloids, v. 25, p. 1372-1381, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X11000038>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

RUIZ-NAVAJAS, Y., VIUDA-MARTOS, M., SENDRA, E., PEREZ-ALVAREZ, J. A., FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. **In vitro antibacterial and antioxidant properties of chitosan edible films incorporated with Thymus moroderi or Thymus piperella essential oils.** Food Control, v. 30, p. 386-392, 2013.

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

Rayanne Priscilla França de Melo

Universidade Federal de Campina Grande,
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
– Graduanda em Engenharia de Alimentos –
Pombal – PB.

Sthelio Braga da Fonseca

Universidade Federal de Campina Grande, Centro
de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - Unidade
Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – Pombal
– PB.

Rayssa do Espírito Santo Silva

Universidade Federal de Campina Grande,
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
– Graduanda em Engenharia de Alimentos –
Pombal – PB.

Bruno Raniere Lins de Albuquerque Meireles

Universidade Federal de Campina Grande, Centro
de Ciências e Tecnologia Agroalimentar – Unidade
Acadêmica de Tecnologia de Alimentos – Pombal
– PB.

transforma material de descarte em produtos para alimentação humana. Dentre esses, têm-se os *nuggets* que são caracterizados como produtos de boa aceitação por parte dos consumidores. Objetivou-se avaliar o efeito de *nuggets* de tilápia adicionados com diferentes níveis de gelatina. A elaboração dos produtos foi realizada no Laboratório de Carnes e Pescados da Universidade Federal de Campina Grande – Campus Pombal. Os *nuggets* foram elaborados adicionando 0 (controle), 2, 4 e 6% de gelatina e foram submetidos as análises de composição centesimal, perfil de textura, tempo de prateleira (TBA, N-BVT e pH) e análises físicas (rendimento por coccção, CRA e percentual de encolhimento). Diante das análises, os *nuggets* com 6% foram os que melhor apresentaram resultados da estabilidade oxidativa ao longo do tempo, bem como os índices de N-BVT. A inclusão de gelatina em *nuggets* de tilápia aumenta seu teor proteico.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo de pescados, CMS, mercado consumidor.

ABSTRACT: Tilapia has been the most produced fish in Brazil, being a large part of its industrial production aimed at fillet production. However, only 30% of this is processed into fillet, the remainder being discarded as waste, becoming a problem of environmental and economic nature. The elaboration of CMS shows to be a

RESUMO: A tilápia tem sido o peixe mais produzido no Brasil, sendo grande parte da sua produção industrial voltada para a elaboração de filé. Entretanto, apenas 30% deste é transformado em filé, sendo o restante descartado na forma de resíduo, tornando-se um problema de natureza ambiental e econômico. A elaboração de CMS mostra ser uma estratégia viável para aproveitamento desse resíduo, que

viable strategy for the use of this residue, which transforms waste material into products for human consumption. Among these, one has the nuggets that are characterized as products of good acceptance by the consumers. The objective of this study was to evaluate the effect of tilapia nuggets added with different levels of gelatine. The elaboration of the products was carried out in the Meats and Fish Laboratory of the Federal University of Campina Grande - Campus Pombal. The nuggets were prepared by adding 0 (control), 2, 4 and 6% of gelatin, and the analyzes of composition, texture profile, shelf life (TBA, N-BVT, and pH) and physical analyzes (Cooking yield, CRA and percentage of shrinkage). Before the analysis, the nuggets with 6% presented the best results of oxidative stability over time, as well as the N-BVT indexes. The inclusion of gelatine in tilapia nuggets increases its protein content.

KEYWORDS: Fish consumption, CMS, Consumer Market.

1 | INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional mundial e a estagnação das capturas provenientes da pesca, a aquicultura torna-se, cada vez mais, uma importante fonte de proteína animal no mundo (FAO, 2010). Além do mais, devido às divulgações e incentivos permanentes sobre os benefícios do consumo de pescados, a procura por esta fonte de proteína tem vindo paulatinamente a aumentar (BAYIR E BAYRAKTAR, 2012). Segundo Schaafsma (2008), o pescado pode ser considerado como: fonte de nutrientes indispensáveis a população, alimento que reduz o risco de doenças crônicas e também um alimento que serve de base para a concepção de alimento funcional. Tais benefícios estão relacionados principalmente com a composição proteica e lipídica do pescado.

A tilápia é um dos peixes mais produzidos no mundo e o mais produzido no Brasil. Segundo a própria FAO, a tilápia, juntamente com outras espécies de peixe (salmão, carpa e bagres), tem sido fundamental para impulsionar a demanda mundial por pescado. Além disso, essas espécies serão as responsáveis pelo aumento da produção de pescado em cativeiro até o ano de 2025 (FAO, 2016).

Os resíduos da filetagem totalizam 70% de toda matéria prima, os quais são divididos em cabeça (14%), carcaça (35%), vísceras (10%), pele (10%) e escamas (1%) (VIDOTTI e GONÇALVES, 2006). Tais resíduos podem ser aproveitados para elaboração de diversos produtos à base de tilápia, dentre os quais pode-se destacar a produção de linguiça, salsicha, almôndegas e *nuggets*. Para que esse processo se torne possível, é necessário fazer o aproveitamento desses resíduos, sendo a elaboração de Carne Mecanicamente Separada (CMS) uma alternativa para esse aproveitamento.

A CMS é definida pela legislação brasileira como aquela obtida via processo mecanizado de moagem no qual há separação de ossos de animais de açougue, destinada a elaboração de produtos cárneos específicos (BRASIL, 2000), sendo a CMS de peixe obtida via desossa mecânica da carne contida na carcaça. Em função

do processo de moagem, esse tipo de carne apresenta alteração e rompimento de suas estruturas celulares e proteicas, o que pode reduzir a capacidade de ligação com água em processamentos subsequentes, acarretando em perda de suculência e textura (HALL E AHMAD, 1994).

A gelatina é outro produto que pode ser obtido através de tratamento da pele e espinhas de peixe, sendo utilizada na indústria alimentícia como ingrediente responsável por aumentar a elasticidade, consistência e estabilidade física dos alimentos (EMBRAPA, 2012; TAVAKOLIPOUR, 2011). Além disso, ela pode atuar como agente emulsificante, espessante, estabilizante (GONÇALVES, 2011), podendo assim melhorar determinados aspectos sensoriais do produto, em especial daqueles produtos oriundos de carne mecanicamente separada.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 O experimento

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Tecnologia de Carnes, Ovos e Pescado (LACAPE) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Os peixes e a CMS foram adquiridos no Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

2.2 Processamento da Carne Mecanicamente Separada (CMS)

A filetagem dos peixes e o processamento da CMS foram realizados no Laboratório de Ranicultura e Produtos Aquícolas do CCHSA/UFPB. A filetagem foi precedida da higienização dos peixes e os resíduos gerados foram transformados em CMS com auxílio de uma máquina despolpadeira de pescado. Em seguida a CMS foi embalada a vácuo, refrigerada e transportada para o LACAPE. As espinhas resultantes da CMS foram armazenadas, refrigeradas e transportadas para o LACAPE para extração do colágeno.

2.3 Extração do colágeno e obtenção da gelatina

Utilizou-se à metodologia proposta por Molinari (2014) adaptada, pois o autor utilizava apenas pele para extração. As espinhas da filetagem foram descongeladas e lavadas em água corrente. Depois da lavagem, as carcaças foram colocadas em uma panela com água destilada (pH 7,5) na proporção de 1:1 e levadas ao fogo a 90°C por aproximadamente 30 minutos. Os sólidos foram separados, e a parte líquida congelada. Posteriormente, foi levado para secagem em estufa com circulação de ar a 50°C por 8h:30min (oito horas e trinta minutos), depois resfriou-se para a obtenção da gelatina.

2.4 Rendimento da gelatina

O rendimento da gelatina foi determinado pela seguinte expressão:

$$\text{Rendimento} = \left(\frac{\text{Peso Gelatina Seca}}{\text{Peso da Matéria Prima}} \right) \times 100$$

2.5 Elaboração dos nuggets

Prepararam-se quatro formulações de *nuggets* à base de CMS de tilápia, sendo um tratamento Controle (sem adição de gelatina) e os demais com adição de 2%, 4% e 6% de gelatina. A gelatina foi adicionada à CMS e homogeneizada. Em seguida foram separadas porções de 15 gramas para padronização e formatação dos *nuggets*. Posteriormente realizou-se o empanamento com ovo e o enfarinhamento com farinha de rosca. Depois foram colocados em bandejas de isopor e congelados. No dia seguinte os mesmos foram separados e colocados em embalagens plásticas para as posteriores análises. Os *nuggets* foram avaliados no tempo 0 (zero), 30 (trinta) e 60 (sessenta) dias de armazenamento.

2.6 Composição centesimal da gelatina e dos nuggets

Os *nuggets* e a gelatina foram caracterizados nos tempos de armazenamento (0, 30 e 60 dias) quanto à umidade, proteínas, cinzas e lipídios. Tais análises foram feitas em triplicata. Umidade (105°C durante 24h) e cinzas (mufla a 550 °C) foram determinadas seguindo a metodologia descrita por AOAC (2000). A determinação lipídica foi realizada de acordo com o método descrito por Folch (1957). Para determinação da proteína utilizou-se o método de Kjeldahl conforme descrito nos Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz (2008).

2.7 Análises físicas dos nuggets

A análise de capacidade de retenção de água (CRA) foi realizada pela metodologia de Grau e Hamm (1953) adaptada, em que as amostras foram colocadas em papel filtro e submetidas a uma prensagem de 5 kg durante 5 minutos. Posteriormente, estas foram retiradas do papel, pesadas e a CRA foi calculada pela seguinte expressão:

$$\%CRA = \left(\frac{\text{Peso da amostra depois da prensagem}}{\text{Peso da amostra antes da prensagem}} \right) \times 100$$

As análises de rendimento por cocção e porcentagem de encolhimento foram feitas pela metodologia de Seabra (2002) adaptada. Os *nuggets* foram pesados, medido o diâmetro com auxílio de paquímetro, e levados ao forno convencional pré-aquecido a 280°C, em refratário de vidro, por 15 minutos, virando na metade do tempo.

Após esfriar, foram pesados e medidos novamente. Para o cálculo do rendimento por cocção foi utilizada a seguinte expressão:

$$\% \text{ Rendimento} = \left(\frac{\text{Peso da amostra cozida}}{\text{Peso da amostra crua}} \right) \times 100$$

O cálculo da porcentagem de encolhimento é dado pela seguinte expressão:

$$\% \text{ Encolhimento} = \left(\frac{(\text{Diâmetro da amostra crua} - \text{diâmetro da amostra cozida})}{\text{Diâmetro da amostra crua}} \right) \times 100$$

A avaliação de textura foi realizada pelo método de análise de perfil de textura (TPA), com auxílio de um texturômetro TA-XT Express Enhanced, Texture Analyzer – Stable Microsystem, equipado com um probe P/2 (2 mm de diâmetro) e uma célula de carga 10 kg. A textura foi determinada no tempo zero de armazenamento.

2.8 Determinação da Oxidação Lipídica

Esta foi determinada nos tempos 0, 30 e 60 dias de armazenamento. Pesou-se 5g da amostra, adicionando-se 10mL de solução de TCA (10% v/v) e 5mL de água destilada seguido de agitação em vortex. A solução foi centrifugada por 5min a 3500 rpm. Uma alíquota de 5mL foi transferida para tubos de ensaio, adicionando 5 mL de solução de TBA 0,02 M. Os tubos foram levados para aquecimento em banho-maria a 100°C por 35min. Os tubos foram resfriados em gelo e realizada a leitura da solução a 532nm. O resultado foi expresso em miligramas de malonaldeído (MDA) por 100g de amostra após multiplicação da absorbância pela constante 7,8.

2.9 Determinação do Nitrogênio de Bases Voláteis Totais (N-BVT)

Seguiu-se a metodologia da Embrapa (2009) sendo realizada durante o período de 0, 30 e 60 dias de armazenamento. Pesou-se 20g da amostra triturada e a transferiu para um Becker, acrescentado 120mL de TCA. Depois procedeu-se a homogeneização por 5 min, deixando-as decantar por 30 min. Em seguida foram filtradas e transferido 20 mL para um tubo digestor de proteína, acrescentando 1 g de óxido de magnésio. Em um erlenmeyer foram colocadas 20mL de solução receptora de ácido bórico (4%) sendo destilados 70mL no aparelho micro-kjeldahl, e titulado com HCL (0,01N), até o ponto de viragem. O N-BVT foi expresso em mgN/100g de músculo.

2.10 Determinação do Potencial Hidrogeniônico (pH)

As amostras dos nuggets foram armazenadas e analisadas em intervalos 0, 30 e 60 dias. Pesou-se 10g das amostras, adicionou-se 40mL de água destilada, em foram homogeneizadas e feita a leitura das amostras, as análises foram feitas em triplicata, seguindo as a metodologia da EMPRAPA (2009).

2.11 Análises dos dados

Para as análises físico-químicas utilizou-se um Delineamento Inteiramente Casualizado, composto por 4 formulações e três repetições, gerando modelos lineares para expressar a oxidação lipídica, pH e Nitrogênio de Bases Voláteis Total durante o tempo de armazenamento. A comparação dos modelos foi realizada pela estatística W de comparação de modelos, a 5% de probabilidade: $W = \{(N1 + N2)\ln[(SQres1,2)/(N1 + N2)]\} - \{N1\ln[(SQres1)/(N1)]\} - \{N2\ln[(SQres2)/(N2)]\}$, em que: W é a estatística a ser comparada com a distribuição de qui-quadrado; N1 e N2 são os números geradores dos modelos 1 e 2; SQres é a soma dos quadrados do resíduo da análise de regressão; e Ln é o logaritmo neperiano (Mendes, 1999).

Para as análises físicas e composição centesimal dos *nuggets*, os dados foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) dentro do Delineamento Inteiramente Casualizado, composto por quatro tratamentos e três repetições. Quando necessário, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para verificar se existe diferença significativa entre os tratamentos. Os dados foram analisados pelo programa SysEapro.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição Centesimal e Rendimento da gelatina

Na tabela 1 estão os valores percentuais da composição centesimal da gelatina de tilápia. O teor de umidade encontrado na gelatina foi de 73,86% tendo em vista o tempo em que a mesma esteve em estufa de circulação de ar. Esse valor diferiu dos encontrados em gelatinas comerciais, que é em torno de 9 a 14%. Valores de cinzas, 0,53% indicam que a gelatina apresenta baixo conteúdo de material mineral e, segundo Contreras-Guzmán (1994) os peixes de água doce, como a tilápia, apresentam variações na fração de cinzas entre 0,5 a 3,39%, variação esta compatível com os resultados observados neste trabalho.

O teor de lipídios encontrado na gelatina foi 5,31%, sendo este valor influenciado pelo tempo de secagem, pois a medida que o teor de umidade aumentou, diminuiu-se o conteúdo lipídico da gelatina. Quanto a composição proteica da mesma, encontraram-se valores de 22,33% sendo estas, resultado da hidrólise parcial do colágeno animal.

Diante do rendimento da extração da gelatina, o resultado pode variar de acordo com o método de extração utilizado. Obteve-se um rendimento de 4,2%, sendo um valor inferior quando comparado ao valor encontrado por Molinari (2014) que foi de 6,21%. O autor explica que o baixo rendimento da extração de gelatina em água é devido à falta de um pré-tratamento com ácidos ou bases, já que as proteínas estromáticas (colágeno) são solúveis nestas soluções.

Composição Centesimal	Quantidade (%)
Umidade	73,86
Cinzas	0,53
Proteínas	22,33
Lipídios	5,31

Tabela 1: Composição Centesimal da gelatina

3.2 Composição centesimal dos nuggets.

A tabela 2 expressa os resultados da composição centesimal dos *nuggets* à base de CMS de tilápia. Os teores de umidade variam entre 64,33 a 67,8% onde a formulação controle diferiu significativamente das demais, porém as formulações com 2 e 6% de gelatina não diferiram entre si, podendo assim indicar que diferentes concentrações de gelatina não influenciaram no conteúdo de umidade das mesmas. O teor de cinzas variou entre 2,5 a 2,63% e não se obteve nenhuma diferença significativa entre as formulações.

Valores de lipídios variaram entre 4,24 a 4,54% e observou-se o mesmo comportamento para com os resultados de cinzas onde não houve nenhuma diferença significativa entre as formulações. O conteúdo lipídico encontrado é inferior ao encontrado por Uchida et al. (2007) que foi de 11,76% ao avaliar *nuggets* com 50% de CMS de resíduos tilápia e 50% de filé de tilápia nilótica, o que pode ser uma característica positiva aos *nuggets* de CMS adicionados de gelatina de tilápia, pois além de ser considerado como um pescado moderado quanto ao teor de gordura, os baixos níveis de lipídios são favoráveis à estabilidade dos produtos, já que altas quantidades os tornam suscetíveis à oxidação lipídica.

O teor de proteína variou entre 19,54 e 22,14% e obteve-se diferença estatística em todas as formulações. A medida que a concentração de gelatina aumenta em cada formulação, aumenta-se o teor de proteína, visto que a gelatina é um tipo de proteína (estromática) advinda da hidrólise parcial do colágeno que pode ser utilizada em produtos alimentícios a fim de aumentar seu conteúdo proteico e conferir um melhor conteúdo nutricional ao mesmo.

Formulações	Umidade	Cinzas	Lipídios	Proteína
Controle	64,33±2,60a*	2,37±0,20a	4,53±0,43a	19,54±0,40a
2%	66,50±0,40b	2,50±0,18a	4,53±0,48a	20,44±0,30b
4%	67,80±0,40c	2,59±0,61a	4,54±0,82a	21,11±0,07c
6%	66,30±0,30b	2,63±0,06a	5,21±0,21a	22,14±0,40d
CV**	0,56	6,27	5,95	0,67

Tabela 2: Composição centesimal dos nuggets de tilápia elaborados com diferentes concentrações de gelatina.

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Coeficiente de Variação

3.3 Perfil de textura

A tabela 3 apresenta os valores obtidos para a dureza dos *nuggets* crus de CMS adicionados de gelatina de tilápia.

O perfil de textura dos *nuggets* crus variou entre 0,27 a 0,78% e, como mostrado na tabela 3, as formulações controle e 6% de concentração de gelatina não diferiram significativamente entre si, bem como as com 2 e 4%. De acordo com Aleson-Carbonell et al. (2005a), quando há uma variação física ou estatística nos parâmetros de texturas do produto cru, mostra que a adição da proteína hidrolisada (gelatina) atua na textura de maneira significativa sendo influenciada de acordo com a concentração adicionada. Como mostrado na tabela 3, concentrações medianas de gelatina, como a formulação 2 e 4% comportaram-se de maneira estatisticamente diferente da formulação controle que não havia gelatina em sua composição, e por tanto, a tensão de cisalhamento foi maior nestas duas formulações.

Formulações	Dureza (N.s)	
	Cru	
Controle	0,43±0,078a*	
2%	0,78±0,073b	
4%	0,55±0,16ab	
6%	0,27±0,078a	
CV**	25,04	

Tabela 3: Perfil de textura dos *nuggets* crus

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Coeficiente de Variação

3.4 Análises Físico-químicas

Na tabela 4 estão os resultados das análises de oxidação lipídica dos *nuggets* de CMS e gelatina de tilápia ao longo de 60 dias de armazenamento. Os valores de TBA são utilizados como indicador do grau de oxidação lipídica quantificando um dos principais produtos formados durante o processo de extração do malonaldéido.

Vê-se que as formulações controle e com 2% não diferiram significativamente entre si, bem como as formulações 4 e 6%. Correlacionando as formulações controle e 6% percebe-se uma diferença significativa entre as mesmas indicando que houve influência do tempo de armazenamento diante às diferentes quantidades de gelatina adicionadas aos *nuggets*.

Formulações	Modelo	R ² *	EC**
Controle	OL = 0,0525tempo + 0,5352	0,9125	a
2%	OL = 0,0639tempo + 0,321	0,9738	ac
4%	OL = 0,0673tempo + 0,3213	0,9764	b

Tabela 4: Avaliação da oxidação lipídica dos nuggets de CMS de tilápia

* Índice determinístico, **Estatística comparativa

A tabela 5 expõe os resultados de Nitrogênio de Bases Voláteis Totais (N-BVT) dos *nuggets* de CMS de tilápia elaborados com diferentes concentrações de gelatina, ao longo de 60 dias de armazenamento.

Um dos métodos utilizados para avaliar a qualidade do pescado é a determinação do Nitrogênio das Bases Voláteis Totais (N-BVT), que consiste em quantificar compostos de baixo peso molecular, como a amônia, trimetilamina e dimetilamina, que são formados durante o processo de deterioração do pescado.

Ao longo do tempo de armazenamento, vê-se que as formulações controle e com 2% não diferiram significativamente entre si, bem com as concentrações 2 e 4%. Entretanto, a formulação mais concentrada de gelatina (6%) diferiu significativamente das demais, porém o índice determinístico da mesma foi o mais baixo. Isso pode indicar que durante o tempo de armazenamento a adição de gelatina conseguiu preservar a formação de compostos de baixo peso molecular que pudesse interferir na qualidade dos *nuggets*, garantindo assim que o mesmo não viesse a se deteriorar.

Formulações	Modelo	R ² *	EC**
Controle	N-BVT = 0,0001tempo + 1,8651	0,3169	a
2%	N-BVT = 0,0001tempo + 1,8644	0,3714	ac
4%	N-BVT= -4E-05tempo + 1,8737	0,128	bc
6%	N-BVT = -2E-05tempo + 1,8722	0,0133	d

Tabela 5: Avaliação do Nitrogênio de Bases Voláteis Totais (N-BVT) dos nuggets de CMS de tilápia

* Índice determinístico, **Estatística comparativa

A tabela 6 apresenta os resultados de pH dos *nuggets* de CMS de tilápia elaborados com diferentes concentrações de gelatina ao longo de 60 dias de armazenamento.

Como os peixes são perecíveis, sua vida útil e integridade durante armazenamento em condições de refrigeração (resfriamento ou congelamento) e transporte (nas mesmas condições) é influenciada por alterações enzimáticas e microbiológicas. Todas as formulações diferiram significativamente entre si, devido à queda do pH como visto na inclinação negativa da reta, o que pode ser levado em consideração os dias de armazenamento das amostras, porém tais valores não foram suficientes para comprometer, de maneira geral, a qualidade dos *nuggets*.

Formulações	Modelo	R ² *	EC**
Controle	pH = 0,0043tempo + 6,4645	0,9484	a

2%	pH = -0,0022tempo + 6,7754	0,7523	b
4%	pH = -0,002tempo + 6,667	0,3501	c
6%	pH = -0,001tempo + 6,6854	0,6037	d

Tabela 6: Valores de pH dos nuggets de CMS e gelatina de tilápia

* Índice determinístico, **Estatística comparativa

3.5 Análises físicas

Na tabela 7 estão expostos os resultados das análises físicas realizadas nos *nuggets* de CMS e gelatina de tilápia.

Diante dos dados da tabela, vê-se que a capacidade de retenção de água dos *nuggets* variou entre 19,74 a 26,92%, onde os três primeiros tratamentos não diferiram significativamente entre si e apenas o último tratamento diferiu daquele com 2% de gelatina. Estes valores podem ser justificados devido a diminuição da capacidade das proteínas em se ligarem com a água, uma vez que as ligações intermoleculares e a formação de acúmulos proteicos podem ser causadas pela solubilidade (Kinsella, 1987). A necessidade de se avaliar a capacidade de retenção de água no produto está diretamente ligada ao aspecto geral do mesmo no momento em que este é processado, sendo esta de fundamental importância na qualidade da carne tanto destinada ao consumo direto quanto ao processamento industrial (Roça, 2010).

O percentual de encolhimento não diferiu significativamente entre os três primeiros tratamentos, porém o tratamento com 6% de concentração de gelatina diferiu dos demais. Essa diferença significativa pode estar relacionada devido o último tratamento ter uma maior concentração de gelatina que, implica assim, em um maior percentual de encolhimento, uma vez que a gelatina pode exercer um efeito na perda ou no ganho de retração das amostras de *nuggets*.

Como mostrado na tabela, os valores de rendimento por cocção, não diferiram significativamente entre os tratamentos e variaram entre 88,2 a 92,03%. Alguns autores, como Sá Vieira et al. 2015, afirmam que o rendimento por cocção em produtos reestruturados pode ser afetado de maneira positiva ou negativa devido a composição química entre diferentes tipos de carne utilizada e os condimentos utilizados nos produtos elaborados. Como no presente trabalho não utilizou condimentos, mas somente a CMS adicionada à gelatina de tilápia, tais valores encontrados podem ser justificados à essa adição. O rendimento por cocção é um parâmetro importante na qualidade de produtos cárneos, uma vez que está relacionado ao rendimento da carne no momento em que esta for consumida (Pardi et al., 1993).

Tratamentos	CRA (%)	% Encolhimento	Rendimento por Cocção (%)
Controle	22,13±1,45ab*	5,55±0,0a	91,54±2,03a
2%	19,74±0,92a	8,33±0,0ab	92,03±4,42a
4%	23,68±0,001ab	9,96±0,20b	88,2±3,71a

6%	23,92±1,12b	16,22±0,62c	84,46±2,69a
CV**	5,03	8,18	3,75

Tabela 7: Valores das análises físicas dos nuggets de CMS e gelatina de tilápia

*Médias seguidas do Desvio Padrão com letras diferentes, diferem os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. **Coeficiente de variação

4 | CONCLUSÃO

Nas condições experimentais deste estudo, conclui-se que a valorização de coprodutos industriais, como a CMS juntamente com a gelatina de tilápia, é um assunto de grande importância como forma de agregar valor aos resíduos advindos de filetagem de peixes. E a inclusão de gelatina em *nuggets* de tilápia aumentou seu teor proteico.

REFERÊNCIAS

- ALESON-CARBONELL, L. et al. Characteristics of beef burger as influenced by various types of lemon albedo. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, v. 6, n. 2, p. 247-255, 2005a.
- AOAC. **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis.** Washington D.C.: Aoac, 2000. 1018 p.
- BAYIR, A.; BAYRAKTAR, K. **The Effect of the Replacement of Fish oil with Animal Fats on the Growth Performance, Survival and Fatty Acid Profile of Rainbow Trout Juveniles, *Oncorhynchus mykiss*.** *Turkish Journal Of Fisheries And Aquatic Sciences*, [s.l.], v.12, n.3, p.661-666, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. Publicado no **Diário Oficial da União** de 05/04/2000, Seção 1, Página 6, 2000
- EMBRAPA, 2009. **Métodos para análises de pescado.** Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/80694/1/documento-189.pdf>
- EMBRAPA. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.
- FAO, 2010. **The State of World Fisheries and Aquaculture.** Electronic Publishing Policy and Support Branch Communication Division. Food and Agricultural Organization of the United Nations, Rome, Italy. 218pp.
- FAO, 2016. FAO. 2016. **El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2016.** Contribución a la seguridad alimentaria y la nutrición para todos. Roma. 224 pp.
- GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do Pescado: Ciência, Tecnologia, Inovação e Legislação.** São Paulo: Atheneu; 2011.
- HALL, GM; AHMAD, NH. Surimi and fish mince products. In: Hall, GM, editor **Fish processing technology**. Glasgow: Blackie Academic & Professional; 1994. p.72-87

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

MOLINARI, M.C. **Extração e caracterização de gelatina a partir de subprodutos de tilápia**. 2014. 49 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos), Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2014.

SCHAAFSMA, G. **Introduction to part II: Health benefits of seafood**. In: Borresen, T (ed). Improving seafood products for the consumer. Boca Raton, FL: CRC Press LLC and Woodhead Publishing Ltd; 2008.p. 113-115.

VIDOTTI, R.M.; GONÇALVES, G.S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. Instituto de Pesca. Disponível em: <http://www.pesca.sp.gov.br>. Acesso em 10 de maio de 2018.

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

Vivian Feddern

Embrapa Suínos e Aves
Concórdia – SC

Indianara Fabíola Weber

Universidade do Contestado
Concórdia – SC

Ana Júlia Neis

Universidade do Contestado
Concórdia – SC

Oneida Francisca de Vasconcelos Vieira

CBO Análises Laboratoriais
Valinhos – SP

José Clóvis Vieira

CBO Análises Laboratoriais
Valinhos – SP

Gustavo Julio Mello Monteiro de Lima

Embrapa Suínos e Aves
Concórdia – SC

Em virtude desta importância econômica e também nutricional, foram realizadas 586 avaliações micotoxicológicas nos farelos e no sorgo e 1086 determinações de micotoxinas no milho. As principais micotoxinas avaliadas foram as aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina, zearalenona, deoxinivalenol e toxina T2), em 2016 e 2017, procedentes de diferentes regiões brasileiras. As micotoxinas foram determinadas com kits rápidos ELISA e os limites de detecção (LD) para aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina, zearalenona, deoxinivalenol e T2 foram, respectivamente, 1 ppb, 0,2 ppm, 2 ppb, 20 ppb, 0,2 ppm e 10 ppb. Os farelos de trigo e soja e o sorgo apresentaram concentração máxima de 6,4 ppb (aflatoxinas), 1,89 ppm (fumonisinas), 3 ppb (ocratoxina), 1,54 ppm (zearalenona), 5,56 ppm (deoxinivalenol) e 145 ppb (toxina T2). A maioria das análises esteve abaixo do limite máximo tolerável (LMT; 54,8%) ou LD (39,4%), enquanto que apenas 5,8% estiveram acima do LMT. Quanto ao milho, não foram detectadas micotoxinas em 43,1% das avaliações realizadas.

PALAVRAS-CHAVE: aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina, zearalenona, tricotecenos.

ABSTRACT: The conditions of production, harvesting, processing and storage may favour mycotoxin formation, which are secondary metabolites produced by fungi, and may cause

RESUMO: As condições de produção, colheita, processamento e armazenamento podem propiciar a formação de micotoxinas, metabólitos secundários produzidos por fungos, que podem causar efeitos tóxicos em humanos e animais. Os farelos de trigo e de soja, bem como o milho e o sorgo são importantes matérias-primas que compõe a dieta de aves e suínos. Estes ingredientes podem totalizar 70% dos custos de alimentação animal.

toxic effects on humans, animals and plants. Wheat and soybean meal, as well as corn and sorghum are important ingredients used in poultry and swine diets. These ingredients account for 70% of animal feed costs. Due to this economic and also nutritional importance, 586 mycotoxicological evaluations were carried out in meal and sorghum, besides 1086 mycotoxicological determination were carried out in corn. The main evaluated mycotoxins were aflatoxins, fumonisins, ochratoxin, zearalenone, deoxynivalenol and T2 toxin during 2016 and 2017, from different Brazilian regions. Mycotoxins were determined by ELISA rapid kits, with limit of detection (LD) of 1 ppb, 0.2 ppm, 2 ppb, 20 ppb, 0.2 ppm and 10 ppb for, respectively, aflatoxins, fumonisins, ochratoxin, zearalenone, deoxynivalenol and T2 toxin. Soybean meal, wheat meal and sorghum showed the maximum concentration of 6.4 ppb (aflatoxins), 1.89 ppm (fumonisins), 3 ppb (ochratoxin), 1.54 ppm (zearalenone), 5.56 ppm (deoxynivalenol) and 145 ppb (T2 toxin). The majority of the analyzed samples were either below the LD (39.4%) or maximum tolerable limit (54.8%), while only 5.8% exceeded this limit. Regarding corn, no mycotoxins were detected in 43.1% of the evaluation accomplished.

KEYWORDS: aflatoxins, fumonisins, ochratoxin, zearalenone, trichothecenes.

1 | INTRODUÇÃO

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por fungos, durante a produção e armazenamento de grãos, podendo ser tóxicas para humanos e animais Feddern et al. (2013). Existem mais de 200 micotoxinas produzidas por aproximadamente 120 fungos em diferentes condições de temperatura e umidade (Belitz et al., 2009). Aliado a isso, o tempo de armazenagem nos silos também pode favorecer o crescimento de fungos potencialmente toxigênicos (Dors et al., 2011). É praticamente impossível evitar a contaminação dos alimentos pelas micotoxinas; portanto, elas devem ser rigorosamente monitoradas em alimentos vegetais e animais, como o leite (Amelin et al., 2013).

Dentre as micotoxinas mais tóxicas e cancerígenas estão as aflatoxinas Dors et al. (2011) que alteram o DNA (Belitz et al., 2009). A aflatoxina B1 e a ocratoxina A (OTA) ocorrem com maior frequência e são de alta toxicidade, sendo nefrotóxicas, carcinogênicas e teratogênicas (Gupta et al., 2017). A OTA é produzida por várias espécies de fungos do gênero *Aspergillus* e *Penicillium* (Calado et al, 2018). A contaminação está presente principalmente em cereais, café, pão e sumo de uva (Maziero e Bersot, 2010). Quando os animais ingerem esta micotoxina através de ração contaminada, a mesma pode ser transferida aos humanos por meio do leite, sangue, músculos, fígado, rins e tecido adiposo de suínos e outras espécies animais Belitz et al. (2009 e Calado et al. (2018). Por outro lado, a zearalenona (ZEA) pode causar distúrbios reprodutivos e síndromes hiperestrogênicas Xu et al. (2016).

Ostricotecenos deoxinivalenol (DON) e as toxinas T2 são amplamente encontrados em grãos; produzidos por diversas espécies de fungos do gênero *Fusarium* Santurio (2000). Além de intoxicar animais, quando ingeridas Badiale-Furlong (1992), inibem

a síntese de proteínas, de DNA e RNA, além de causar efeitos imunossupressores e hemorrágicos Kiessling (1986).

As fumonisinas pertencem a um grande grupo de micotoxinas produzidas por fungos do gênero *Fusarium*, principalmente *moniliforme* e *Alternaria* spp., encontradas em milho (Nelson et al., 1991). A contaminação de cereais e alimentos geralmente é decorrente da incidência de fungos toxigênicos no período pré-colheita. A fumonisina B1 representa cerca de 70% da contaminação dos alimentos e causa diminuição do ganho de peso em frangos e aumento de peso no fígado, proventrículo e moela, além de estar correlacionada com o aumento do risco de câncer do esôfago em humanos que consumiram milho contaminado (Maziero e Bersot, 2010; Santurio, 2000). Rações altamente contaminadas com aquela micotoxina podem causar edema pulmonar em suínos. Concentrações de 330 µg/g de fumonisina B1 foram encontradas em dietas de suínos (Shephard et al., 1996). O milho e seus coprodutos são os alimentos em que as fumonisinas são mais encontradas e a sua contaminação ocorre em muitos países.

Para frangos de corte, os limites máximos toleráveis (LMT), que não produzem alterações clínicas e de desempenho, de micotoxinas isoladas em dietas animais, compilados da literatura em saúde animal (Leeson e Summers, 2005; Zimmerman et al., 2012) são de 20 µg/kg (ppb) para aflatoxinas, 500 ppb para ZEA, 50 ppb para OTA, 5000 ppb para fumonisina, 1000 ppb para DON e 50 ppb para T2 (enquanto que para poedeiras e matrizes, o valor é 100 ppb).

Para humanos, a legislação brasileira Brasil (2011, 2017) estabelece LMT (ppb) de 20 para OTA, 3000 para DON, 5000 para fumonisina (B1 + B2) e 40 para ZEA, em grãos de milho e outros cereais. Não há legislação específica para T2.

Desta forma, o presente trabalho visou quantificar a ocorrência das principais micotoxinas em farelos de soja e trigo, bem como em milho e sorgo e verificar se apresentam risco à saúde humana e animal.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento foi realizado pelo CBO Análises Laboratoriais, que é um laboratório de controle de qualidade de alimentos, localizado em Valinhos, SP. As amostras de farelo de soja, farelo de trigo, milho e sorgo foram recebidas e armazenadas a -20 °C até o momento da análise. Foram realizadas 586 análises micotoxicológicas dos farelos de soja, trigo e sorgo e 1086 análises de milho. As micotoxinas avaliadas foram aflatoxinas, tricotecenos deoxinivalenol e T2, fumonisina, ocratoxina e zearalenona. A Figura 1 mostra a quantidade de análises realizadas nos farelos de soja e trigo, bem como no sorgo e a Figura 2 mostra a distribuição analítica do milho.

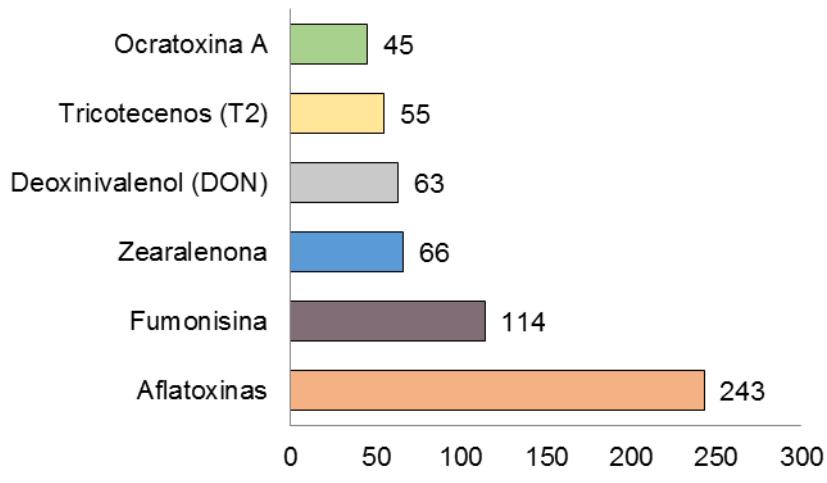


Figura 1. Análises micotoxicológicas realizadas nos farelos de trigo, soja e sorgo (2016-2017).

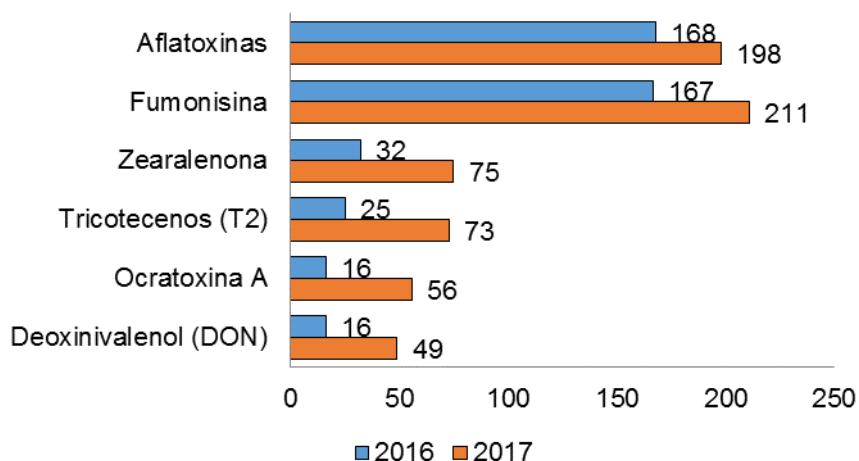


Figura 2. Análises realizadas quanto ao teor de micotoxinas no milho (2016-2017).

Para obter os extratos a partir das amostras de farelos e sorgo, foi utilizado o método indicado pelo fabricante dos kits rápidos ELISA (Romer Labs). As amostras foram pesadas (20 g), extraídas com 50 mL de solução (álcool metílico 70%), processadas em liquidificador por 3 minutos. O extrato foi filtrado em papel qualitativo, estando pronto para a aplicação nos kits.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os limites de detecção (LD) utilizando os kits ELISA para aflatoxinas, fumonisinas, ocratoxina, zearalenona, deoxinivalenol e T2 foram respectivamente, 1 ppb, 0,2 ppm, 2 ppb, 20 ppb, 0,2 ppm e 10 ppb.

3.1 Farelo de soja, farelo de trigo e sorgo

Os resultados (Tabela 1) das 586 análises micotoxicológicas de amostras de farelos de soja, trigo e sorgo, oriundas de diferentes regiões brasileiras durante dois anos, mostraram que 231 estiveram abaixo do limite de detecção do método,

correspondendo a 39,4% e 321 análises (54,8%) detectaram micotoxinas abaixo do limite máximo tolerável (LMT), enquanto que 5,8% estiveram acima do LMT.

Micotoxinas	Farelo de soja	Farelo de trigo	Sorgo
Aflatoxinas			
ND	28 (0 ppb)	6 (0 ppb)	22 (0 ppb)
< 20 ppb	138 (1,01 < 1,80 < 3,80)	28 (1,10 < 2,60 < 6,40)	21 (1,10 < 1,60 < 3,70)
20 < ppb <1000	0	0	0
≥ 1000 ppb	0	0	0
Total	166 (0 < 1,49 < 3,80)	34 (0 < 2,14 < 6,40)	43 (0 < 0,78 < 3,70)
Deoxinivalenol			
ND	0	0	2 (0 ppb)
≤ 1000 ppb	0	4 (310,00 < 592,50 < 920,00)	26 (240,00 < 440,00 < 920,00)
> 1000 ppb	7 (1310,00 < 1904,29 < 3720,00)	20 (1420,00 < 2528,00 < 5560,00)	4 (1270,00 < 1605,00 < 1790,00)
Total	7 (1310,00 < 1904,29 < 3720,00)	24 (310,00 < 2205,42 < 5560,00)	32 (0 < 558,13 < 1790,00)
Tricotecenos (T2)			
ND	0	1 (0 ppb)	20 (0 ppb)
≤ 100 ppb	17 (24,50 < 30,32 <38,90)	3 (11,20 < 25,20 < 37,40)	13 (10,10 < 15,49 < 27,00)
> 100 ppb	0	1 (145,60)	0
Total	17 (24,50 < 30,32 <38,90)	5 (0 < 44,24 < 145,60)	33 (0 < 6,10 < 27,00)
Fumonisina			
ND	41 (0 ppb)	18 (0 ppb)	37 (0 ppb)
≤ 5000 ppb	3 (240,00 < 323,33 < 480,00 ppb)	11 (210,00 < 410,91 < 880,00 ppb)	4 (490,00 < 875,00 < 1890,00 ppb)
> 5000 ppb	0	0	0
Total	44 (0 < 22,05 < 480,00)	29 (0 <155,86 < 880,00)	41 (0 < 85,37 < 1890,00)
Ocratoxina A			
ND	6 (0 ppb)	7 (0 ppb)	25 (0 ppb)
≤ 50 ppb	1 (2,70 ppb)	0	6 (2,30 < 2,72 < 3,00)
> 50 ppb	0	0	0
Total	7 (0 <0,39 < 2,70)	7 (0 ppb)	31 (0 < 0,53 <3,00)
Zearalenona			
ND	0	3 (0 ppb)	15 (0 ppb)
≤ 500 ppb	9 (27,90 < 41,46 < 75,60)	17 (29,00 < 107,77 < 316,00)	20 (20,20 < 29,53 < 68,60)
>500 ppb	0	1(766,40)	1 (1540,70)
Total	9 (27,90 < 41,46 < 75,60)	21 (0 < 123,74 < 766,40)	36 (0 < 61,98 < 1540,70)

Tabela 1. Monitoramento de micotoxinas em farelos de soja, trigo e sorgo no Brasil (2016-2017)*.

ND = não detectado; * Número de amostras (concentração mínima < média < máxima em ppb).

As concentrações de aflatoxinas (AF), que estão entre as mais tóxicas do ponto de vista da saúde humana e animal, foram no máximo 3,8 e 6,4 ppb, para os farelos de soja e trigo, respectivamente. Das análises realizadas, 83,1 e 82,4% para os farelos citados, mostraram resultados inferiores ao LMT de 20 ppb da legislação Brasil (2011),

mostrando a boa qualidade de ambos os farelos quanto a estas micotoxinas. Em contrapartida, o sorgo apresentou resultado negativo para AF em 51,2% das análises, enquanto que 48,8% estiveram abaixo do LMT. Vale ressaltar que nenhuma análise detectou concentrações acima do LMT para nenhuma matéria-prima.

Das amostras de farelo de soja analisadas, os resultados para DON mostraram que 100% das amostras estiveram acima do LMT (1000 ppb) considerado tóxico para animais, embora para humanos o limite seja de 5000 ppb; para a toxina T2, 100% das amostras estiveram abaixo do LMT. Quanto à micotoxina DON no farelo de trigo, 16,7% dos resultados estiveram abaixo do LMT e 83,3% acima; a toxina T2 nesta matéria-prima foi detectada, porém 60% se mantiveram dentro do LMT, 20% acima do limite, e 20% abaixo do LD. No sorgo, 6,3% e 60,6% para DON e T2, respectivamente, estiveram abaixo do LD; enquanto que 81,2% e 39,4% estiveram abaixo do LMT; 12,5% e 0% acima do LMT.

O DON causa várias doenças em humanos e animais, tais como êmese, diarreia, anorexia, imunotoxicidade, distúrbios hematológicos, desenvolvimento fetal comprometido em várias espécies animais Yu et al. (2017). As aves são capazes de tolerar concentrações relativamente altas de DON na dieta e baixas de T2. A literatura afirma que rações contaminadas com DON (0,35 a 8,0 ppm) não causaram problemas em aves (Santurio, 2000). Em frangos de corte, foi observado Osselaere et al. (2013) que após a administração oral de DON, T2 e ZEA, a toxina T2 foi a primeira a ser eliminada do organismo animal, em 3,9 min, seguido de DON (27,9 min) e ZEA (31,8 min).

Quanto à fumonisina, a maioria das análises mostrou valores abaixo do LD: 93,2%, 62,1% e 90,3% respectivamente quanto ao farelo de soja, trigo e sorgo, respectivamente. Nenhuma análise mostrou resultados acima do LMT. A OTA foi detectada apenas no farelo de soja (14,3%) e no sorgo (19,4%) abaixo do LMT. Nenhuma análise apresentou resultados acima do LMT, sendo que a maioria apresentou resultados abaixo do LD: 85,7% para farelo de soja, 100% para farelo de trigo e 80,6% para sorgo. Estes resultados abaixo do LMT são muito importantes, uma vez que esta micotoxina é uma das mais tóxicas e abundantes na natureza.

Quanto à ZEA, 100% das análises mostraram valores abaixo do LMT para farelo de soja; a maioria para farelo de trigo (80,9%) e sorgo (55,6%), também estiveram abaixo do LMT. O farelo de trigo apresentou 4,8% das análises acima do LMT e 14,3% abaixo do LD; enquanto que os números para o sorgo foram, respectivamente 2,8% e 41,6%. A ZEA é frequentemente encontrada em sorgo, porém em baixas concentrações.

3.2 Milho

A Tabela 2 apresenta os resultados das 1086 análises micotoxicológicas realizadas em milho, durante dois anos.

Micotoxinas*	2016	2017
Aflatoxinas		
ND	88 (0 ppb)	106 (0 ppb)
<20 ppb	57 (1,01 < 2,25 < 9,80 ppb)	88 (1,10 < 2,39 < 14,50 ppb)
20<ppb<1000	23 (26,97 < 61,51 < 127,20 ppb)	4 (27,40 < 49,45 < 78,70 ppb)
≥ 1000ppb	0	0
Total	168 (0 < 9,15 < 127,20 ppb)	198 (0 < 2,06 < 78,70 ppb)
Deoxinivalenol		
ND	0	1 (0 ppb)
≤ 1000 ppb	13 (220,00 < 390,77 < 760,00 ppb)	37 (230,00 < 534,05 < 930,00 ppb)
>1000ppb	3 (1040,00 < 1213,33 < 1460,00 ppb)	11 (1010,00 < 1294,55 < 1800,00 ppb)
Total	16 (220,00 < 545,00 < 1460,00 ppb)	49 (0 < 693,88 < 1800,00 ppb)
Tricotecenos (T2)		
ND	7 (0 ppb)	45 (0 ppb)
≤ 100 ppb	15 (11,20 < 25,83 < 68,40 ppb)	28 (10,10 < 17,15 < 53,70 ppb)
>100 ppb	3 (124,60 < 172,67 < 237,20 ppb)	0
Total	25 (0 < 36,22 < 237,20 ppb)	73 (0 < 6,58 < 53,70 ppb)
Fumonisina		
ND	41 (0 ppb)	49 (0 ppb)
≤ 5000 ppb	110 (210,00 < 1792,00 < 4880,00 ppb)	147 (210,00 < 1496,33 < 4910,00 ppb)
> 5000 ppb	16 (5190,00 < 7334,38 < 13880,00 ppb)	15 (5270,00 < 9017,33 < 22490,00 ppb)
Total	167 (0 < 1075,53 < 13880,00 ppb)	211 (0 < 1683,51 < 22490,00 ppb)
Ocratoxina A		
ND	13 (0 ppb)	52 (0 ppb)
≤ 50 ppb	3 (2,10 < 4,38 < 8,85 ppb)	4 (3,00 < 5,23 < 7,61 ppb)
>50 ppb	0	0
Total	16 (0 < 0,82 < 8,85 ppb)	56 (0 < 0,37 < 7,61 ppb)
Zearalenona		
ND	14 (0 ppb)	52 (0 ppb)
≤ 500 ppb	18 (0 < 39,69 < 483,10 ppb)	22 (20,70 < 73,20 < 338, 60 ppb)
>500 ppb	0	1 (857,10 ppb)
Total	32 (0 < 39,69 < 483,10)	75 (0 < 32,90 < 857,10 ppb)

Tabela 2. Resultados do monitoramento de micotoxinas em milho no Brasil, em 2016 e 2017.

ND = não detectado; * Número de amostras (concentração mínima < média < máxima em ppb).

Os resultados da Tabela 2 mostraram que a maioria das amostras (52,4%) estiveram abaixo do LD e 33,9% abaixo do limite máximo tolerável (LMT), de 20 ppb para aflatoxinas em 2016; enquanto que em 2017, similares tendências foram observadas (53,5% abaixo do LD e 44,4% abaixo do LMT).

Nossos resultados mostraram que as concentrações de aflatoxinas (AF), que estão entre as mais tóxicas do ponto de vista da saúde humana e animal, foram no

máximo 127 ppb, sendo 86% abaixo do LMT de 20 ppb da legislação Brasil (2011), indicando uma menor preocupação com a ocorrência destas micotoxinas no milho. Anteriormente, apenas as AF (B1+B2+G1+G2) possuíam legislação.

Em aves, os efeitos primários da aflatoxicose podem ser utilizados como guia para diagnóstico clínico da doença, tais como mudanças no tamanho dos órgãos (fígado, baço e rins) e alterações na coloração e textura Santurio (2000). Por exemplo, o fígado de aves com aflatoxicose tem como característica a coloração amarelada e friável, com acentuada infiltração de gordura Santurio (2000).

Para DON, nas 16 amostras analisadas em 2016, todas foram positivas, sendo que 81,3% e 18,7% apresentaram resultados, respectivamente, inferiores e superiores a 1000 ppb, sendo a concentração máxima igual a 1460 ppb. Em 2017, a maioria (75,5%) também apresentou resultados inferiores ao LMT. Comparando-se os dois anos, 78% das análises apresentaram-se abaixo do LMT.

Em relação aos tricotecenos T2, 28% e 61,6% das amostras em 2016 e 2017, respectivamente, não apresentaram esta micotoxina. No mesmo período, 60% e 38,3% das amostras, continham, respectivamente, níveis inferiores ao limite de 100 ppb; 12% apresentaram valores superiores ao LMT em 2016, enquanto que nenhuma amostra superou o LMT, em 2017. Comparados os dois anos, 94% das análises mostraram resultados inferiores ao LMT de 100 ppb.

Em relação ao tricoteceno DON, as aves são capazes de tolerar concentrações relativamente altas na dieta e menos em relação à toxina T2. Nos níveis de DON normalmente encontrados em rações contaminadas (0,35 a 8,0 ppm) não foram relatados problemas com aves Santurio (2000). Em um estudo toxicinético da disponibilidade de DON, T2 e ZEA em frangos de corte, foi observado que após a administração oral destas micotoxinas, em 3,9 min a toxina T2 foi a primeira a ser eliminada do organismo animal, seguido de DON (27,9 min) e ZEA (31,8 min) Osselaere et al. (2013). O DON é conhecido por causar várias doenças em humanos e animais, tais como êmese, diarreia, anorexia, imunotoxicidade, distúrbios hematológicos, comprometimento do desenvolvimento fetal e reprodução materna; além de deformidades esqueléticas dos fetos em várias espécies animais Yu et al. (2017).

O suíno é geralmente considerado a espécie mais sensível para a nefrotoxicidade induzida pela OTA e, por isso, esta espécie animal serve de referência para a ingestão semanal tolerável provisória para humanos (Marin et al., 2017). Aves que ingeriram fumonisina B1 na dieta, comparadas às aves controle, tiveram níveis elevados no soro sanguíneo de precursores de esfingosídeos celulares, pois estes são inibidos pelas fumonisinas; para evitar a toxicidade aos pintos, < 75 ppm devem ser ingeridos Santurio (2000).

Quanto à fumonisina, das 167 amostras analisadas, em 41 (24,5%) não houve detecção, sendo que a maioria (65,9%), correspondente a 110 amostras, apresentou valores inferiores ao LMT, de 5000 ppb. Apenas 9,6% das amostras tiveram concentração superior ao LMT. Durante o ano de 2017, a maioria das amostras (69,6%) também

ficou abaixo do LMT, enquanto que 7,1% ficou acima deste limite. Comparando os dois anos, a média de resultados abaixo deste limite tolerável foi de 92%.

Para OTA, apenas 3 análises (18,8%) de um total de 16, apresentaram concentrações inferiores ao LMT, de 50 ppb. Nas demais, não houve detecção, em 2016. No ano seguinte, a maioria (95,9%) não foi detectada, enquanto que 7,1% das amostras tiveram abaixo do limite aceitável. Portanto, 100% das análises, para ambos os anos, mostraram resultados inferiores ao limite.

A micotoxina ZEA não foi detectada em 43,8% das amostras em 2016 e 69,3% em 2017. As análises que apresentaram concentração inferior ao limite de 500 ppb no mesmo período, foram respectivamente 56,2% e 29,4%. Não houveram valores acima do limite tolerável em 2016, enquanto que em 2017, apenas uma amostra (1,3%) ficou acima deste limite. Portanto, 99% das análises, comparando os dois anos, tiveram resultados abaixo do limite tolerável.

Quando comparamos o total de análises micotoxicológicas realizadas no milho com resultados abaixo do LD (0 ppb, Tabela 2), ou seja, 43,1%, ao levantamento realizado por Baldissera et al. (1994) entre os anos de 1987 e 1993, com amostras oriundas também de diversas procedências do Brasil, 46,1% de amostras positivas de um total de 1131 análises realizadas, foram relatadas. Vale ressaltar que as amostras dos autores citados constituíram-se, em sua maioria, de material toxicologicamente suspeito, enquanto os resultados do presente estudo são monitorados para controle de qualidade.

Considerando os resultados obtidos no presente trabalho e as pesquisas realizadas na literatura, é possível afirmar que as quantidades encontradas são difíceis de serem consideradas problemáticas do ponto de vista nutricional, se usadas na ração de animais de produção de alimentos. Por exemplo, certas toxinas (tricotecenos) são mais toleráveis pelos frangos, ao passo que suínos devem receber dietas isentas de outras micotoxinas, pois são mais suscetíveis a doenças.

4 | CONCLUSÕES

As análises micotoxicológicas de farelos de soja, trigo e sorgo, realizadas em 2016 e 2017, mostraram que apenas 5,8% das amostras avaliadas tiveram concentrações acima do limite máximo tolerável, que causaria prejuízo à saúde dos animais ou humana. A micotoxina deoxinivalenol (DON) foi a mais frequentemente encontrada acima dos limites máximos toleráveis nos farelos de soja e de trigo.

As análises micotoxicológicas realizadas em milho na mesma época mostraram que 43,1% dos resultados foram negativos. Das amostras positivas, de 78 a 100% estiveram abaixo do limite máximo tolerável.

REFERÊNCIAS

- AMELIN, V. G.; KARASEVA, N. M.; TRET'YAKOV, A. V. Chromatographic methods for the determination of mycotoxins in food products. **Journal of Analytical Chemistry**, v. 68, n. 3, p. 195–205, 2013.
- BADIALE-FURLONG, E. **Tricotecenos em trigo: Um estudo de metodologia analítica, incidência, contaminação simultânea por outras micotoxinas e de alguns fatores que influem na produção no campo**, 1992. (Tese de Doutorado), Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- BALDISSERA, M. A.; SANTURIO, J. M.; MALLMANN, C. A.; et al. Aflatoxinas, zearalenona e ocratoxina A em alimentos. Resultados de 1987 a 1993. Anais do I Congresso Latino-Americano de Micotoxicologia e VIII Encontro Nacional de Micotoxinas. **Anais...** p.90–92, 1994. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <<http://www.lamic.ufsm.br/papers/95a.pdf>>.
- BELITZ, H.-D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4^a ed. Berlin, Heidelberg: Springer, 2009.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC N° 7, de 18 de fevereiro de 2011. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2968262/%281%29RDC_07_2011_COMP.pdf/61aa7690-68fa-4ecf-a0c9-8b4001117428?version=1.0>. Acesso em: 9/1/2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC N° 138, de 8 de fevereiro de 2017. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3219534/RDC_138_2017_.pdf/b36e60b0-5112-43dc-9142-932f502fc46b?version=1.0>. Acesso em: 9/1/2018.
- CALADO, T.; FERNÁNDEZ-CRUZ, M. L.; CABO VERDE, S.; VENÂNCIO, A.; ABRUNHOSA, L. Gamma irradiation effects on ochratoxin A: Degradation, cytotoxicity and application in food. **Food Chemistry**, v. 240, p. 463–471, 2018.
- DORS, G. C.; CALDAS, S. S.; FEDDERN, V.; et al. Aflatoxins: Contamination, Analysis and Control. In: R. G. Guevara-Gonzalez (Org.); **Aflatoxins - Biochemistry and Molecular Biology**. 1^a ed, p.415–438, 2011. Rijeka, Croatia: InTech. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/aflatoxins-biochemistry-and-molecular-biology/aflatoxins-contamination-analysis-and-control>>.
- FEDDERN, V.; DORS, G. C.; TAVERNARI, F. C.; et al. Aflatoxins Importance on Animal Nutrition. In: M. Razzaghi-Abyaneh (Org.); **Aflatoxins - Recent Advances and Future Prospects**. 1^a ed, p.171–195, 2013. Rijeka, Croatia: InTech. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/aflatoxins-recent-advances-and-future-prospects/aflatoxins-importance-on-animal-nutrition>>.
- GUPTA, R. C.; LASHER, M. A.; MUKHERJEE, I. R. M.; SRIVASTAVA, A.; LALL, R. Aflatoxins, Ochratoxins, and Citrinin. In: R. C. Gupta (Org.); **Reproductive and Developmental Toxicology**. 2^a ed, p.945–962, 2017. Cambridge, Massachusetts: Elsevier.
- KELLER, L. A. M.; GONZÁLEZ PEREYRA, M. L.; KELLER, K. M.; et al. Fungal and mycotoxins contamination in corn silage: Monitoring risk before and after fermentation. **Journal of Stored Products Research**, v. 52, p. 42–47, 2013.
- KIESSLING, K. H. Biochemical mechanism of action of mycotoxins. **Pure & Applied Chemistry**, v. 58, n. 2, p. 327–338, 1986.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Commercial Poultry Nutrition**. 3^a ed. Guelph, Ontario: Nottingham University Press, 2005.
- MARIN, D. E.; PISTOL, G. C.; GRAS, M. A.; PALADE, M. L.; TARANU, I. Comparative effect of ochratoxin A on inflammation and oxidative stress parameters in gut and kidney of piglets. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 89, p. 224–231, 2017.

MAZIERO, M. T.; BERSOT, L. S. Micotoxinas em alimentos produzidos no Brasil. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 12, n. 1, p. 89–99, 2010.

NELSON, P. E.; PLATTNER, R. D.; SHACKELFORD, D. D.; DESJARDINS, A. E. Production of fumonisins by *Fusarium* moniliforme strains from various substrates and geographic areas. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57, n. 8, p. 2410–2412, 1991.

OSSELAERE, A.; DEVREESE, M.; GOOSSENS, J.; et al. Toxicokinetic study and absolute oral bioavailability of deoxynivalenol, T-2 toxin and zearalenone in broiler chickens. **Food and Chemical Toxicology**, v. 51, n. 1, p. 350–355, 2013.

SANTURIO, J. M. Micotoxinas e Micotoxicoses na Avicultura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 2, n. 1, p. 1–12, 2000.

SHEPHARD, G. S.; THIEL, P. G.; STOCKENSTRÖM, S.; SYDENHAM, E. W. Worldwide survey of fumonisin contamination of corn and corn-based products. **Journal of AOAC International**, v. 79, n. 3, p. 671–687, 1996.

XU, J.; WANG, H.; ZHU, Z.; et al. Isolation and characterization of *Bacillus amyloliquefaciens* ZDS-1: Exploring the degradation of Zearalenone by *Bacillus* spp. **Food Control**, v. 68, p. 244–250, 2016.

YU, M.; CHEN, L.; PENG, Z.; et al. Mechanism of deoxynivalenol effects on the reproductive system and fetus malformation: Current status and future challenges. **Toxicology in Vitro**, v. 41, p. 150–158, 2017.

ZIMMERMAN, J. J.; KARRIKER, L. A.; RAMIREZ, A.; SCHWARTZ, K. J.; STEVENSON, G. W. **Diseases of swine**. 10^a ed. Iowa, United States: Wiley-Blackwell, 2012.

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

Felipe de Lima Franzen

University of Campinas, Department of Food and Nutrition, Faculty of Food Engineering – UNICAMP
Campinas – São Paulo, Brazil

Mari Silvia Rodrigues de Oliveira

Federal University of Santa Maria, Department of Science and Food Technology, Centre for Rural Sciences – UFSM
Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brazil

Ana Paula Gusso

Federal University of Santa Maria, Department of Science and Food Technology, Centre for Rural Sciences – UFSM
Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brazil

Janine Farias Menegaes

Federal University of Santa Maria, Department of Plant Science, Centre for Rural Sciences – UFSM
Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brazil

Maritiele Naissinger da Silva

Federal University of Santa Maria, Department of Science and Food Technology, Centre for Rural Sciences – UFSM
Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brazil

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

Federal University of Santa Maria, Department of Science and Food Technology, Centre for Rural Sciences – UFSM
Santa Maria – Rio Grande do Sul, Brazil

hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) são espécies que se destacam na área ornamental, mas nos últimos anos vêm ganhando espaço na área alimentícia. Assim, o objetivo deste estudo foi elaborar geleias a partir de pétalas de rosas e hibisco e avaliar suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Quatro geleias foram elaboradas, a partir de pétalas de rosas em chá e em pó, hibisco cultivado e hibisco comercial em chá. As geleias apresentaram umidade entre 19% e 30,7%, atividade de água entre 0,742 e 0,882, teor de sólidos solúveis totais entre 67°Brix e 69°Brix, teores totais de açúcar entre 59% e 71% e pH entre 3,01 e 4,64. As geleias apresentaram contagem de bolores e leveduras $<4 \log \text{ UFC g}^{-1}$ no sexto mês de armazenamento. A geleia de chá de pétala de rosas, preferida pelos provadores, diferiu significativamente da geleia feita de pó de pétala de rosas, em relação à cor, sabor e aparência geral. A geleia de hibisco comercial diferiu significativamente da geleia de hibisco cultivada em todos os atributos. Além disso, a avaliação sensorial mostrou boa aceitação pelos consumidores.

PALAVRAS-CHAVE: Teste de aceitação, composição química, flores comestíveis, *Hibiscus sabdariffa* L., *Rosa x grandiflora* Hort.

ABSTRACT: Roses (*Rosa x grandiflora* Hort.) and hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) are species

RESUMO: Rosas (*Rosa x grandiflora* Hort.) e

that stand out in the ornamental area, but in recent years have been gaining space in the food area. Thus, the objective of this study was to prepare jellies from petals of roses and hibiscus and to evaluate their physical-chemical, microbiological and sensory characteristics. Four jellies were made, from rose petals in tea and in powder, cultivated hibiscus and commercial hibiscus in tea. The jellies presented humidity between 19% and 30,7%, water activity between 0.752 and 0.882, total soluble solids contents between 67°Brix and 69°Brix, total sugar contents between 59% and 71% and the pH ranged from 3.01 to 4.64. The jellies showed mold and yeasts counts < 4 log CFU g-1 in the sixth month of storage. The rose petal tea jelly, preferred by tasters, differed significantly from the jelly made of rose petal powder, in relation to color, taste and overall appearance. The commercial hibiscus jelly significantly differed from the cultivated hibiscus jelly on all attributes. Moreover, sensory evaluation showed good acceptance by consumers.

KEYWORDS: Acceptance test, chemical composition, edible flowers, *Hibiscus sabdariffa* L., *Rosa x grandiflora* Hort.

1 | INTRODUCTION

The habit of consuming sweets and jellies come since the Brazilian colonization by Portuguese immigrants. Nowadays, many municipalities from the Brazilian country side have their typical jams and jellies recognized as cultural heritage (Brazil, 2007). Jelly is the product obtained by cooking fruit or vegetables, on the whole, in pieces, the pulp or juice, with added sugar and water until obtaining a semitransparent and gelatinous consistency (Brazil, 1978). Their qualitative characteristics must follow the Technical Regulation n. 272 for products made of vegetables, fruit or edible mushrooms for consumption and commercialization (Brazil, 2005).

The word jelly (geleia in Portuguese) comes from the French gelée, which means to solidify or to gelify (Roriz, 2010). The law classifies them as: common - when prepared at a ratio of 40 parts of fresh fruit, or its equivalent, to 60 parts of sugar; and extra - when prepared at a ratio of 50 parts of fresh fruit, or its equivalent, to 50 parts of sugar (Brazil, 1978).

Brazil is a rich source in plant materials for the preparation of jams and jellies, including edible flowers, which in addition to having the beauty of the color and the shape of their flowers, also have nutritional and medicinal properties (Santos et al., 2012). Roses and hibiscus stand out among edible flowers, being consolidated crops in floriculture agribusiness and with a large opening in the food industry, especially for family farming (Franzen et al., 2016).

The rose (*Rosa x grandiflora* Hort.) belongs to the Rosaceae family, which has more than 100 species and thousands of varieties, hybrids and cultivars (Prata, 2009). Rose is the most commercialized flower worldwide, especially in the red color. With traditional use in Arab cuisine, it is used in creams, mousses and garnish for salads and

cakes. Its aroma and flavor are concentrated by means of infusion, when combined with citrus juices its taste is highlighted (Franzen et al., 2016).

The hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) belongs to the Malvaceae family, native to the African continent and widely distributed in tropical regions. Considered Hawaii's state flower, it is used in the preparation of various dishes and typical drinks (Vicente et al., 2014; Franzen et al., 2016). The hibiscus stands out in the ornamental area with a variety of colorful flowers, but in recent years has been gaining ground in the food industry with its edible flowers that have vitamins A and E, quercetin and anthocyanins (Leal, 2008).

Despite the potential use of hibiscus and roses for the production of jellies, their chemical characterization, microbiological quality and nutritional information is still scarce in the literature. Thus, the objective of this work was to prepare jellies from petals of roses and hibiscus and evaluate their physical-chemical, microbiological and sensory characteristics.

2 | MATERIALS AND METHODS

The experiments were performed in three stages. The first stage, the production of the flowers, was done at the Floriculture Sector of the Department of Plant Science at UFSM, located in Santa Maria, RS (29°43'S; 53°43'W and altitude of 95 m). The flowers of the species of roses (*Rosa x grandiflora* Hort.) and hibiscus (*Hibiscus rosa-sinensis* L.) were collected from plants grown in a greenhouse, with two years of cultivation. All species were watered daily and cultivated without the use of fertilizers and chemicals. The flowers were harvested by hand, in the morning period, and allocated in thermal packaging, being then transported to the physics and chemistry laboratory of the Department of Technology and Food Science at UFSM (DTCA). The commercial hibiscus (*Hibiscus sabdariffa* L.) was obtained from a local company in commercial packages with 250g of dehydrated flowers.

The second stage, the preparation of jellies, was carried out in the laboratory of food processing at the DTCA, with the selection and pre-cleaning of rose petals and hibiscus and the preparation of jellies, in accordance with the formulations of jellies and the selection of ingredients as stated in the Technical Regulation n. 272 for products made of vegetables, fruit or edible mushrooms (Brazil, 2005; Licodiedoff, 2008). The other ingredients, such as crystal sugar (Alto Alegre®), pectin (Mago®) and citric acid (Arcolor®), were obtained in a local supermarket. The formulations for the edible flowers jellies are shown in Table 1.

Ingredients	Jams			
	Rose petal tea	Rose powder	Cultivated Hibiscus tea	Commercial Hibiscus tea
Petals (g)	250	46.7	250	25
Sugar (g)	1.000	1.000	1.000	1.000
Water (mL)	1.000	1.000	1.000	1.000
Pectin (g)	10	10	10	10
Citric acid (g)	0.3	0.3	0.3	0.3

Table 1. Formulations of jellies prepared with edible flowers.

For the rose petal tea jelly, there was a mixture of petals with hot water and after 5 mins of boiling and infusion, this solution was filtered and used to prepare the jelly. For the rose powder jelly, it was carried out a pre-drying of the petals (250g) in an oven with air circulation at $\pm 55^{\circ}\text{C}$ and partially dried petals were obtained (46.7g). After drying, the petals were made into powder with a household blender (Walita Liqfaz[®]) and added to a previously prepared solution with water and part of the sugar (50%).

Subsequently, with approximate concentration of 20°Brix, it was added pectin in a mixture with sugar at a ratio of 1:5 (p/p) to provide its dissolution, not to form lumps and to obtain the desired effect of jelly formation. The remaining of the sugar was added to the formulation as well as the citric acid, the last ingredient, added at the end of the concentration process, to avoid the destruction of the pectin and the consistency of the formed jelly.

The hibiscus jellies were prepared only with the solution of the petals in water, equally as described above for the preparation of rose petal tea jelly. As for the preparation of the commercial hibiscus jelly, it was used 25g of petals, in accordance to the producer's recommendation (5g of petals of hibiscus into 200mL of water).

The jellies were concentrated by boiling in an open stainless steel pan, with continuous manual agitation until reaching proper semi-solid consistency, verified by the content of soluble solids higher than 65°Brix using the Abbé refractometer. The final temperature was 102°C and the time for the completion of the jelly production varied from 45 to 50 mins.

After this step, the jelly was bottled in glass jars with 500g capacity, previously sterilized at 100°C for 15 mins, then sealed with metal lids sterilized for 5 mins, and then reversed. After 48 hrs, the flower petal jellies were taken for analyzes of chemical and microbiological composition and sensory acceptance and preference in the laboratories of the DTCA/UFSM.

To determine the chemical composition of the jellies, we evaluated humidity contents (012/IV), ashes (018/IV), protein (037/IV) and total sugars as sucrose (039/IV), according to the methodology of the Adolfo Lutz Institute (IAL, 2008). We also evaluated water activity (Aw) by the *Aqualab - Decagon Devices* equipment by quantifying the transience of water and dielectric constant (device with accuracy ± 0.015 and resolution 0.001); the pH, by potentiometry (017/IV-IAL, 2008; pHmeter *Digimed*); and soluble

solids content (°Brix) by refractometry.

For the evaluation of the microbiological quality, the parameters of the Resolution - RDC No. 12 of 2001 - Technical Regulations for microbiological standards for food products (Brazil, 2001) were observed. For jellies, it requires the analysis of Yeasts and Molds. This analysis was performed according to the methodology recommended by the *American Public Health Association* (APHA, 1992).

All determinations were performed in triplicate and results were expressed in average. The data were submitted to variance analysis and the averages were compared by Tukey test ($p<0.05$) using the IBM® SPSS® Statistcs software (Version 20).

The third stage of the experiment was the realization of sensory analysis at the Sensory Analysis Laboratory. The sensory tests were approved by the Ethics Committee of the Federal University of Santa Maria (UFSM) under the protocol no. 47807315.1.0000.5346.

The affective acceptance tests were performed according to Lawless and Heymann (2010) and preference tests according to the methodology proposed by the Adolfo Lutz Institute, no.164/IV (2008). The sensory analysis was performed by 80 untrained tasters who agreed to sign the Informed Consent Form. For the acceptance test it was used the hedonic scale (Figure 1) structured with seven points containing defined terms, situated between (1 = I disliked it very much and 7 = I liked it very much). For the calculation of Acceptability Index (AI) of the product, it was adopted the expression $AI (\%) = A \times 100 / B$, where A = average score obtained for the product, and B = maximum score given to the product.

Sensory evaluation - Stage I							
Acceptance testing - prove and evaluate the attributes.							
Attributes	I really liked it (7)	I liked it very much (6)	I liked it (5)	Indifferent (4)	I disliked it (3)	I disliked it very much (2)	I really disliked it (1)
Color							
Aroma							
Taste							
Texture and/or consistency							
Overall appearance							
step II							
Preference test - check the sample of your choice.							
Sample A ()				Sample B ()			

Figure 1. Sensory evaluation formulary for acceptance and preference testing of flower jellies.

Sensory evaluations were performed in a room with individual cabins, at the Sensory Analysis Lab of the DTCA. The samples were served at appropriate temperature, that

is, around 25°C, in disposable transparent plastic cups, with approximately 5g.

The cups were coded with three random digits to avoid the induction to error. Furthermore, all tasters were offered toasts to be eaten with the samples of jelly, and a glass of water at room temperature to provide the cleaning of the taste buds between the evaluations. In the acceptance test, the attributes of color, aroma, taste, texture and overall appearance were evaluated by tasters, aged between 18 and 70 years old.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 shows the results of the physical-chemical analyzes made with the edible flowers jellies.

Determinations	Jellies			
	Rose in tea	Rose powder	Cultivated Hibiscus tea	Commercial Hibiscus tea
Humidity (g 100g ⁻¹)	20.37±0.507 ^{b*}	19.03±0.431 ^c	30.73±0.623 ^a	20.20±0.318 ^{bc}
Water activity	0.807±0.001 ^b	0.781±0.001 ^c	0.882±0.001 ^a	0.752±0.001 ^d
Dry matter (g 100g ⁻¹)	79.62±0.507 ^b	80.97±0.431 ^a	69.27±0.623 ^c	79.80±0.318 ^{ab}
Ashes (g 100g ⁻¹)	0.10±0.008 ^a	0.13±0.029 ^a	0.09±0.008 ^a	0.13±0.025 ^a
Protein (g 100g ⁻¹)	0.05±0.008 ^b	0.26±0.028 ^a	0.10±0.046 ^b	0.08±0.010 ^b
Total Sugars **	69.76±0.858 ^a	70.98±3.260 ^a	59.00±1.784 ^b	68.94±0.201 ^a
Soluble Solids ° Brix	68 ^a	69 ^a	67 ^a	69 ^a
pH	3.95±0.065 ^b	3.89±0.155 ^b	4.64±0.055 ^a	3.01±0.032 ^c

Table 2. Physical-chemical analysis of edible flower petal jellies

*Averages in the same row with different letters are significantly different, at the level of 5% by Tukey test (p<0.05).
** g% in Sucrose.

Due to the scarcity of studies on the composition and characterization of flower petal jellies, the values obtained in this study were compared to fruit jellies (pears, pineapple, apple and guava) and some exotic jellies (cubiu, cajá-mango, cambuci pepper, yacon and acerola berry).

The humidity values ranged from 19.03% (rose powder formulation) to 30.73% (cultivated hibiscus formulation) showing significant differences between them. These values are similar to those reported by Foppa *et al.* (2009) who obtained 21% humidity for jelly made with the Housui pear and 23% for the water pear. The humidity values of a product are important for its storage, since high levels favor the growth of yeasts and filamentous fungi (Damiani *et al.*, 2009; Leão *et al.*, 2012).

The humidity variations in the products are probably due to differences in chemical bonding to the viscous jelly formation, which is influenced by different anions and their ionic fractions toward the ability to bind to water in the jelly due to the presence of

calcium and/or sugar (Santos, 2012).

The water activity values varied significantly between formulations with values between 0.752, for the commercial hibiscus jelly, and 0.882, for the cultivated hibiscus jelly. This variation may be explained by the different types of flowers used in the formulations.

The formulation with the rose petals powder was cooked equally long, but the procedural differences (addition of powder) favored the reduction of humidity. In addition to that, the sugar retention capacity reduces the free water concentration, reflecting in the parameters of water activity and humidity. It is noteworthy that the current Brazilian legislation for fruit products established by the National Health Surveillance Agency sets no limit for humidity in jellies (Brazil, 2005).

Regarding the results of ashes or mineral residues, it may be observed that there were no significant differences ($p>0.05$) between samples. The rose powder jelly and the commercial hibiscus jelly obtained 0.13% of ashes, while the rose tea jelly and cultivated hibiscus tea jelly obtained 0.10% and 0.09%, respectively, indicating that different preparation methods (tea or powder) did not affect the ashes content in the product.

Similar values were observed by Polesi *et al.* (2011), which in mango jellies obtained ashes content of 0.24% for the control jelly and 0.44% for the *diet* jelly, in this case the difference may be explained by the use of sodium based sweeteners added to the formulations. The results are also similar to those observed in common pineapple and apple jellies, with 0.3% and 0.2% of ashes, respectively (USP, 2008).

The protein content of the jelly made with rose petals powder was significantly higher ($p<0.05$) than the jellies prepared with tea, which may be explained by the presence of the flower into the formulation.

Polesi *et al.* (2011) analyzed low-calorie mango jellies and found levels of protein similar to those found in rose petals and hibiscus tea jellies of this study, where the control obtained 0.06% and diet jelly obtained 0.04%, possibly caused by the composition and purity of hydrocolloids. Granada *et al.* (2005), working with a light pineapple jelly, found protein values (ranging from 0.21 to 0.28%) not far from those of the rose petal powder jelly (0.26%) from this study.

The results referring to sugars ranged between 59% to 70.98% of total sugars in the formulations. Yuyama *et al.* (2008) when analyzing sugars in Cubiu jelly, a fruit native to the Amazon, showed 67.15% of total sugars and pH of 3.34. Lago-Vanzela *et al.* (2011) reported for caja-mango jelly 65.5% of total sugars, 66°Brix and pH of 3.28. Nascimento *et al.* (2012) evaluated the composition of Cambuci pepper jelly and showed total carbohydrates of 55.65%, pH at 4.83 and 58°Brix. According to Prati *et al.* (2005), there is a proportional relation between soluble solids and sugars, the higher the content of soluble solids, the higher the sugar content.

The total soluble solids (°Brix) showed values between 67° and 69°Brix. The amount of added sugar in the formulations was established at the proportion of 50% for

the formation of a firm jelly and soluble solids objectified in the final product. Observing the results of the produced flower jellies, it is noted that the flower petals did not increase the concentration of soluble solids in the products, and that these values are lower than those found in the Housui pear jelly (79°Brix) and water pear jelly (77°Brix) (Foppa *et al.* 2009), indicating the addition of a high concentration of commercial sugar in the processing of pear jellies.

The pH values for the formulations of flower petal jellies varied between 3.01 and 4.64. All jelly formulations, except the one with commercial hibiscus, obtained pH values above the values found by Prati *et al.* (2005) in jellies made with Yacon, guava and acerola berry, with values of 3.45. Foppa *et al.* (2009), when preparing Housui pear and water pear jellies, found similar pH values (4.42 and 3.75, respectively). Furthermore, the jellies obtained pH values above 3.0, which were suggested by Lago *et al.* (2006).

The determination of pH, as well as the acidity and the concentration of soluble solids is important in the formation of the viscosity in the jellies. The degree of esterification of pectin also influences on the characteristics of the jellies, pectin with a high degree of methoxylation is used to make conventional jellies and form a strong and stable jelly in solutions with soluble solids content higher than 55% and pH ranging from 2.8 to 3.5. Higher pH values result in soft jellies, lower pH values (until pH = 2.0) result in very hard jellies and in very low pH (less than 2.0) the pectin is hydrolyzed (Seravalli and Ribeiro, 2004).

For the production of jellies, the acidity is important in order to obtain a good viscosity and to enhance the natural flavor of the raw material, and it also prevents sugar crystallization. These added acids are normally organic, are naturally found in fruits, such as the citric acid and the malic acid (Krolow, 2005).

The jellies were microbiologically evaluated on day 0 (zero) and on the 180th day of storage in environment-like conditions of light and temperature. The produced jellies showed counts of molds and yeasts on day 0 $<4 \text{ log CFU g}^{-1}$ (1.30 Log), and on the 180th day (6th month), the counts remained $<4 \text{ log CFU g}^{-1}$ (2.30 Log). Furlanetto (2015) produced four different types of *maná cubiu* jellies and evaluated their shelf-life (molds and yeasts counts) during 120 days and found counts $<4 \text{ log CFU g}^{-1}$ (1.0 Log).

The results showed that the jellies were within the microbiological quality standards required by law (Brazil, 2001) and that the standards of Good Manufacturing Practices (GMP) were followed satisfactorily during the preparation of the products.

In sensory analyses, the jellies showed a firm consistency, with a good spreadability to be handled, taste and aroma characteristic of the flowers, and attractive colors.

The results of the sensory analysis of acceptance of the jellies prepared with petals of roses and hibiscus showed that the formulation with rose petal tea differed significantly ($p<0.05$) from the formulation with rose petal powder, in relation to color, taste and overall appearance (Table 3).

Attributes	Jellies			
	Rose petal tea	Rose powder	Cultivated Hibiscus tea	Commercial Hibiscus tea
Color	5.94 ^a	5.57 ^c	4.94 ^d	5.83 ^b
Aroma	5.06 ^c	5.11 ^b	4.80 ^d	5.27 ^a
Taste	5.58 ^b	5.12 ^c	4.80 ^d	5.95 ^a
Texture	4.83 ^b	4.85 ^b	4.17 ^c	5.94 ^a
Overall appearance	5.60 ^b	5.10 ^c	4.61 ^d	5.87 ^a

Table 3. Averages of the values attributed to jellies made of petals of roses and hibiscus in sensory evaluations using hedonic scale of seven points

*Averages followed by the same letters in the same line do not differ statistically by variance analysis (ANOVA) at 5% ($p < 0.05$).

The most accepted formulation was the one prepared with rose petal tea, it received the best judgments, reaching averages between 5 and 6 on the hedonic scale, corresponding to "I liked it" and "I liked it very much", respectively. The formulation with rose petal powder showed no significant difference ($p < 0.05$) for the taste and texture variables, differing on the other variables, where the formulation with rose petal tea achieved higher average (5.60) in the overall appearance of the product, corresponding to "I liked it very much".

The results also show that the jelly formulation with commercial hibiscus differed significantly ($p < 0.05$) from the jelly formulation with cultivated hibiscus, in relation to all evaluated attributes. The mostly accepted formulation was the one with commercial hibiscus, as it received the best ratings, reaching averages between 5 and 6 on the hedonic scale. The jelly formulation with commercial hibiscus reached higher average on all attributes, averaging 5.87 in overall appearance, corresponding to "I liked it very much".

In order for a product to be accepted in terms of its sensory properties by the consumer, it is necessary to obtain an acceptance rate of at least 70% (Dutcosky, 2011). The rates of acceptability of the jellies were 80.71% for the jelly made with rose petal tea, 73.57% for the one made with rose petal powder, 68.21% for the one made with cultivated hibiscus tea, and 85.71% for the one made with commercial hibiscus tea. The mentioned percentage of 70% of acceptability is equivalent to ≥ 5 ratings in the hedonic scale adopted. In this context, it may be affirmed that the commercial hibiscus jelly showed the highest acceptance rate for all attributes evaluated, and the lowest acceptance rate was presented by the cultivated hibiscus jelly. According to this criterion, it is noted that the formulations of jellies with roses and commercial hibiscus would be well accepted by the consumer market if they were available for sale.

In the comparison between the rose petal tea jelly and the rose powder jelly for the preference test with bilateral paired comparison, the rose petal tea jelly obtained the preference of 50 out of 80 tasters. And when comparing the jellies of cultivated and commercial hibiscus, both in tea, the preference test with bilateral paired comparison

showed the preference for the commercial hibiscus jelly in 68 out of the 80 tasters; the minimum number required to obtain significant preference at the level of 5% of significance, and according to the table of bilateral paired comparison test, is of 42 to 80 tasters (Newell and Macfarlane, 1987). There was a significant difference in the overall appearance in the samples of rose petal tea jelly, cultivated hibiscus jelly and commercial hibiscus jelly.

4 | CONCLUSIONS

Edible flowers are viable raw materials for the development of new products and present a good potential for the preparation of jellies. The physical-chemical analysis of the jellies showed that these formulations meet the Brazilian legislation, as well as microbiological standards. The acceptance analysis showed that the formulation with rose petal tea and commercial hibiscus had higher acceptance averages in all attributes when compared to formulations with rose petal powder and cultivated hibiscus, making them the preferred jellies in this study.

5 | ACKNOWLEDGEMENTS

The professors from the Floriculture Sector of the Department of Plant Science at UFSM, Dr. Fernanda Alice Antonello Londero Backes and Dr. Rogério Antônio Bellé, for the collaboration and assistance in the production and collection of flowers for the development of the research.

REFERENCES

- American Public Health Association – APHA. 1992. **Technical committee on microbiological methods for food.** In: Vanderzant, C.; Splitstoesser, D. F. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 3rd ed. Washington. USA. 336-383 p.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. 1978. **Resolução Normativa nº. 15 de 4 de maio de 1978. Define termos sobre geléia de frutas.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 4 mai. 1978.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. 2001. **Resolução RDC nº. 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre os Padrões Microbiológicos para Alimentos.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2001.
- Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2005. **Regulamento Técnico Para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis. RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2005.
- Brasil. Ministério da Educação. 2007. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. **Doces e geleias.** Brasília, novembro de 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/setec/arquivos/pdf3/publica_setec_doces_geleias.pdf> Acesso em: 07 dez. 2017.
- Damiani, C., Vilas Boas, E. V. B., Soares Junior, M. S., Caliari, M., Paula, M. L., e Asquier, E.R. 2009. **Avaliação química de geleias de manga formuladas com diferentes níveis de cascas em**

substituição à polpa. Ciência e Agrotecnologia, Lavras. 33(1), 177-184. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/250050274_Avaliacao_quimica_de_geleias_de_manga_formuladas_com_diferentes_niveis_de_cascas_em_substituicao_a_polpa

Dutcosky, S. D. 2011. **Análise sensorial de alimentos.** 3. ed., rev. e ampl. Champagnat. Curitiba. Brasil. 426 p.

Foppa, T., Tsuzuki, M. M., e Santos, C. E. S. 2009. **Caracterização físico-química da geleia de pêra elaborada através de duas cultivares diferentes: pêra d'água (*Pyrus communis* L.) e housui (*Pyrus pyrifolia* nakai).** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, 11(1), 21-25. Retrieved from <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev111/Art1114.pdf>

Franzen, F. L., Richards, N. S. P. S., Oliveira, M. S. R., Backes, F. A. A. L., Menegaes, J. F., e Zago, A. P. 2016. **Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais.** Acta Iguazu, Cascavel, 5(3), 58-70. Retrieved from <http://e-revista.unioeste.br/index.php/actaiguazu/article/view/15834/10752>

Furlaneto, K. A. 2015. **Qualidade nutricional e aceitabilidade da geleia convencional e light de maná cubiu.** 69f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil.

Granada, G. G., Zambiasi, R. C., Mendonça, C. R. B., e Silva, E. 2005. **Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de Geleias light de abacaxi.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.25, n.4, 629-635. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27628.pdf>

Instituo Adolfo Lutz – IAL. 2008. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** Coordenadores Zenebon O., Pascuet, N.S., e Tigela, P. 4^a Edição, São Paulo. Brasil. 1020p. Retrieved from http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf

Krolow, A. C. R. 2005. **Preparo artesanal de geleias e goleadas.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. 1^o edição, Embrapa Clima Temperado. Pelotas. RS. Brasil.

Lago, E. S., Gomes, E., e Silva, R. 2006. **Produção de geléia de jambolão (*Syzygium cumini* Lamarck): Processamento, Parâmetros físico-químicos e avaliação sensorial.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.26, n.4, out.-dez. 847-852. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/cta/v26n4/20.pdf>

Lago-Vanzela, E. S., Ramin, P., Umsza-Guez, M. A., Santos, G. V., Gomes, E., e Silva, R. 2011. **Caracterização química e sensorial de geléia da casca e polpa de cajá-manga (*Spondias cytherea* Sonn.).** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.31, n.2, 398-405. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000200018

Lawless, H. T., e Heymann, H. 2010. **Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices.** 2^a Ed. Springer. New York. USA. 596 p.

Leal, R. S. 2008. **Estudo etnofarmacológico e fitoquímico das espécies *Cleome spinosa* Jacq, *Pavonia varions* Moric e *Croton cajucara* Benth.** 430f. (Tese Doutorado em Química) Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal. Brasil.

Leão, K. M. M., Boudou, F. S. T., Castro, A. A., e Figueiredo, A. V. D. 2012. **Formulação e avaliação físico-química de geleia de mamão (*Carica papaya* L.).** Scientia Plena, Sergipe, v. 8, n. 3, 1-3. Retrieved from <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/925>

Licodiedoff, S. 2008. **Influência do teor de pectinas comerciais nas características físico-químicas e sensoriais da geleia de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill).** 119f. (Dissertação Mestrado em Tecnologia de Alimentos) Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Brasil.

Nascimento, K. O., Vicente, J., Saldanha, T., Barbosa Júnior, J. L., e Barbosa, M. I. M. J. 2012.

Caracterização química e informação nutricional de geleia orgânica de pimenta “Cambuci”.
Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Revista Verde, v. 7, n. 2, abr-jun. 283-288. Retrieved from <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1304/1265>

Newell, G. J., e Macfarlane, J. D. 1987. **Expanded Tables for Multiple Comparison Procedures in the Analysis of Ranked Data.** Journal of Food Science, 52, 1721-1725. Retrieved from <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1987.tb05906.x/abstract>

Polesi, L. F., Matta Junior, M. D., Matsuoka, C. R., Ceballos, C. H. M., Anjos, C. B. P., Spoto, M. H. F., e Sarmento, S. B. S. 2011. **Caracterização química e física de geleia de manga de baixo valor calórico.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.13, n.1, 85-90. Retrieved from <http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev131/Art13111.pdf>

Prata, G. G. B. 2009. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte.** (Dissertação Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. Brasil.

Prati, P., Moretti, R. H., e Cardello, H. M. A. B. 2005. **Elaboração de bebida composta por mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco de frutas ácidas.** Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 25, n.1, 147-152. Retrieved from <http://www.scielo.br/pdf/cta/v25n1/a23v25n1.pdf>

Roriz, V. 2010. **Nutrição em Foco.** São Paulo. Brasil.

Santos, O. S., Melo, E. F. R. Q., e Menegaes, J. F. 2012. **Cultivo hidropônico de nastúrcio.** In: Santos, O. S. Cultivo Hidropônico. UFSM/Colégio Politécnico. Santa Maria. Brasil. 264p.

Santos, C. O. 2012. **Aproveitamento Industrial de “mel” de cacau (*Theobroma cacao L*) na produção de geleia sem adição de açúcar.** (Dissertação Mestrado Ciência de Alimentos). Universidade Federal da Bahia, Salvador. Brasil.

Seravalli, E. A. G., e Ribeiro, E. P. 2004. **Química de alimentos.** Edgard Blucher Ltda. São Paulo. Brasil.

Universidade de São Paulo – USP. 2008. **Tabela brasileira de composição de alimentos (TBCA-USP 5.0).** Disponível em: <<http://www.intranet.fcf.usp.br/tabela/>>. Acesso em: 07 dez. 2017.

Vicente, J., Nascimento, K. O., Saldanha, T., Barbosa, M. I. M. J., e Barbosa Júnior, J. L. 2014. **Composição química, aspectos microbiológicos e nutricionais de geléias de carambola e de hibisco orgânicas.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Revista Verde. Pombal. Brasil, v 9. , n.3. 137 – 143. Retrieved from <http://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2681/2378>

Yuyama, L. K. O., Pantoja, L., Maeda, R. N., Aguiar, J. P. L., e Silva, S. B. 2008. **Desenvolvimento e aceitabilidade de geleia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal).** Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.28, n.4. 929-934. Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000400026

PLANT-BASED ANTIMICROBIAL PACKAGING

Tuany Gabriela Hoffmann

Universidade Regional de Blumenau
Departamento de Engenharia Química
Blumenau – SC

Daniel Peters Amaral

Universidade Regional de Blumenau
Departamento de Engenharia Química
Blumenau – SC

Betina Louise Angioletti

Universidade Regional de Blumenau
Departamento de Engenharia Química
Blumenau – SC

Matheus Rover Barbieri

Universidade Regional de Blumenau
Departamento de Engenharia Química
Blumenau – SC

Sávio Leandro Bertoli

Universidade Regional de Blumenau
Departamento de Engenharia Química
Blumenau – SC

Carolina Krebs de Souza

Universidade Regional de Blumenau
Departamento de Engenharia Química
Blumenau – SC

alimentícios aumentou. As embalagens antimicrobiano ativos interagem com os alimentos embalados para reduzir, retardar ou até mesmo inibir o crescimento de microorganismos deteriorantes e patogênicos. Esta revisão discute, com base em estudos recentes, procedimentos de extração e mecanismos de ação de compostos antimicrobianos naturais aplicados em sistemas de embalagem, além de abordar desenvolvimentos recentes. O procedimento de extração e a maneira de aplicação na embalagem influenciam diretamente na ação antimicrobiana. A extração direta baseada em água é uma maneira menos prejudicial para a extração de antimicrobianos em material vegetal. Tendências futuras também são discutidas, bem como os compostos antimicrobianos incorporados em sachês, absorventes e filmes, incluindo nanomateriais e microencapsulação que proporcionam melhor interação entre compostos antimicrobianos e produtos alimentícios. A embalagem ativa é um campo promissor, dado seus benefícios à preservação e qualidade dos alimentos. Em resumo, a interação entre embalagem, meio ambiente e alimentos é o principal desafio para a indústria de alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Antimicrobiano, embalagem ativa, segurança dos alimentos, preservação dos alimentos.

RESUMO: A segurança dos alimentos é a principal prioridade nas indústrias de alimentos. Recentemente, o interesse em antimicrobianos naturais para a sua aplicação em gêneros

ABSTRACT: Food safety is the major priority in food industry. Recently, the interest in natural antimicrobials for its application in foodstuff has raised. Active antimicrobial packaging interacts with packaged food to reduce, retard, or even inhibit the growth of spoilage and pathogenic microorganisms. This review discusses, based on recent studies, extraction procedures and mechanisms of action for natural antimicrobial compounds applied in packaging system, furthermore approaches recent developments. The extraction procedure and application manner in packaging directly influence in antimicrobial action. Direct extraction based with water is a less damaging way for antimicrobials extraction in plant material. Future trends are also discussed, as well as the antimicrobial compounds incorporated in emitting sachets, absorbent pads and films, including nanomaterials and microencapsulation that provide best interaction between antimicrobials compounds and food products. Active packaging is a promissory field given its benefits to food preservation and quality. In brief, the interaction between packaging, environment and food is the key challenge for the food industry.

KEYWORDS: Antimicrobial, active packaging, food safety, food preservation.

1 | INTRODUCTION

Food contamination can occur during harvesting, food processing and even in distribution (MALHOTRA et al., 2015). For this reason, new technologies have been studied in order to provide safer food products. Food packaging function has changed from passive protective systems to one that plays an active role in food to preserve the quality and stability (AZEREDO et al., 2018).

Antimicrobial packaging system had shown to be a novel and efficient development which adds antimicrobial agent into a polymer film to avoid the microorganisms activities that contaminates foods (SUNG et al., 2013). In addition, sachets or pouches and pads are being recently incorporated with antimicrobial substances and are considered to be remarkable in food preservation (GÓMEZ-ESTACA et al., 2014).

Active agents are released in food surfaces by antimicrobial packaging systems, mainly used in the ones that are the most susceptible to microbial growth. Antimicrobial agent can be incorporated either directly into food product or to the packaging material where it is released over a period of time to induce extended shelf life (OTONI et al., 2016).

Research that studies the introduction of antimicrobial substances in active packaging had a huge increase over the last years. Several reports have been published regarding antimicrobial substances acting in food preservation (SUNG et al., 2013; MARCET et al., 2018; VIACAVA et al., 2018).

Therefore, this review aims to analyze recent developments in food packaging systems with natural antimicrobial properties, their extraction procedures, mechanisms of action and applications in sachets, pads and films. Furthermore, bring forward future trends in antimicrobial use to prevent food contamination.

2 | EXTRACTION PROCEDURES

Extraction and purification of antimicrobials compounds intended for food preservation are critical procedures. The usual techniques applied for extraction are represented by steam distillation, hydrodistillation and vacuum distillation. Recently, the efficient method of supercritical fluid extraction is been used because of its improved solubility and mass transfer. Alternative methods are being as well studied, including microwave assisted extraction and ultrasound extraction. Both presented methods have less extraction time (PISOSCHI et al., 2018). However, usual techniques of extraction that involve chemicals or thermal treatments can not only modify the active compounds and their functionality, but also produce unsafe compounds (TAJKARIMI et al., 2010).

Plant materials contain various water-soluble antimicrobial active compounds that can be removed by using water as a solvent or may be directly used as a pure extract. Water extraction is one direct extraction used to extract mainly antimicrobial compounds based on minimal processing method, such as juice or mechanical direct extraction. This method avoids alterations of the structure from the required active agents (PISOSCHI et al., 2018; BUBALO et al., 2018). Figure 1 shows a simplified procedure of direct extraction method.

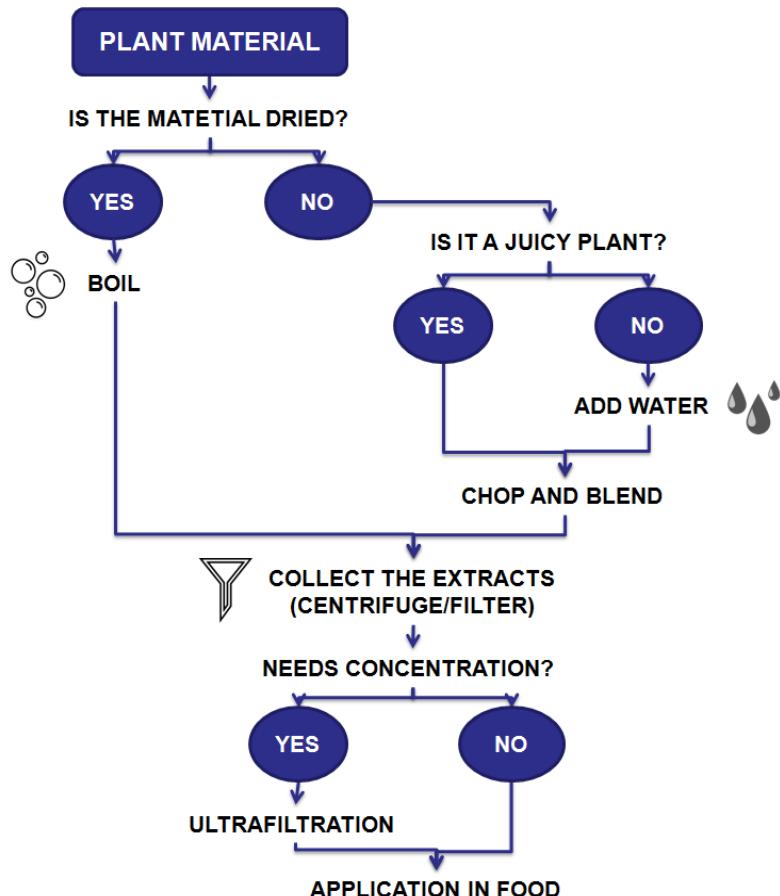


Figure 01: Schematic illustration of direct extraction method.

Some plants have higher water activity, called as juicy plants, and then do not

need to add solvent (water). Others are commercially found in powder, where water is required to extract the compounds. Also, when the final application needs the antimicrobials compounds to be concentrated, an ultrafiltration process is suggested (BUBALO et al., 2018).

Essential oils isolated from widely used spices and their plant sources have antimicrobial compounds. Some oils that have shown greatest activity avoiding microbial growth are cloves, cinnamon, oregano, and thyme, where their most important antimicrobial components are eugenol, cinnamaldehyde, carvacrol, and thymol, respectively (BARROS-VELÁZQUEZ, 2016).

3 I MECHANISMS OF ACTION FROM ANTIMICROBIAL COMPOUNDS

Contamination in food industry is still a serious issue. To help solving this problem, novel antimicrobial agents are being applied in combination with active packaging techniques (KHANEHGAH et al., 2018). Figure 2 shows antimicrobial systems and their releasing conditions for foods. Food systems can be divided in 3 groups, the first one acts as an active packaging nonmigratory, where food is protected without deliberate migration. The second, presents active releasing packaging, from which antimicrobial agents are released through volatile antimicrobial agents by evaporation (a, b and e) or diffusion (c, d and f).

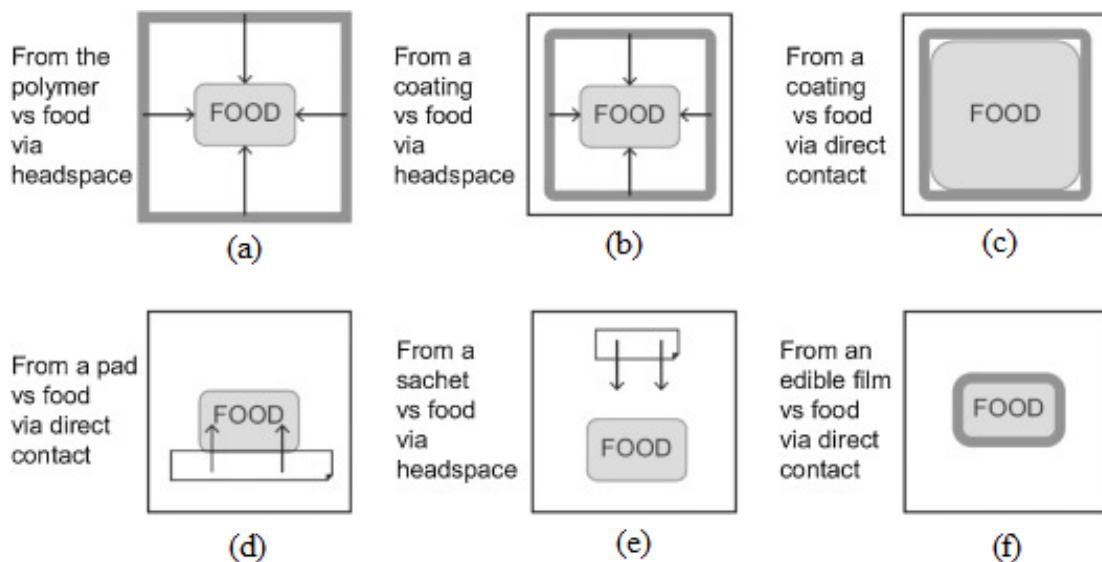


Figure 2: Different methods to release antimicrobial substances in active packaging
(Source: Khanegah *et al.*, 2018; with permission from Elsevier).

In (a) system, the volatile or nonvolatile antimicrobial is incorporated into the structure of packaging material; in (b) system, there are two layers and the antimicrobial agents are coated onto internal layer of packaging; in situation (c), the application of a coating or adsorbing antimicrobial compound onto the surfaces of the polymers in

contact with a foodstuff can be observed; in situation (d), is shown a pad antimicrobial releaser that contains volatile antimicrobial substances, which is normally placed under the food product; (e) represents a sachet that releases antimicrobial agents through headspace by evaporation or diffusion and (f) is an edible film that covers all food contact.

4 | ANTIMICROBIAL SCOPE AND APPLICATIONS IN FOOD PACKAGING

4.1 Elaboration of antimicrobial sachets

The production of antimicrobial-releasing sachets has two approaches: sachets that generate antimicrobial compounds *in situ* and release it; and sachets that carry and release antimicrobials. Han et al. (2014) developed an antimicrobial sachet containing microcellular foam starch (MFS) with embedded rosemary oil and thyme oil to reduce bacterial growth in shredded mozzarella cheese. Otoni et al. (2014) used allyl isothiocyanate (AITC), the major component of mustard essential oil to developing sachets with antifungal effect of AITC against *Aspergillus flavus*, which in peanuts can generate aflatoxin.

The sachet material choose is important, are required to be either porous or semipermeable to active compounds. Continuous low-density polyethylene (LDPE) sachets required micro perforations in order to release ethanol (HEMPEL et al., 2013). Several other materials have been used to overwrap carriers for sachet production purposes. Otoni et al. (2016) quotes that the release of a compound from a carrier is affected by polymer type, number of layers in a laminated barrier, pore dimensions in a perforated barrier, and thickness of the sachet material.

4.2 Elaboration of antimicrobial pads

The absorbent pad is usually found at the bottom of plastic trays. The main function is to absorb liquids from food products during the storage time. With recently advances, technology has allowed the development of new materials combined with incorporation of antimicrobial compounds in absorbent pads (OTONI et al., 2016). Some researches have been already done with antimicrobials application in pads (FERNÁNDEZ et al., 2009; LLORET et al., 2012). Oral et al. (2009) worked on a pad with three-layer absorbent, where oregano essential oil was used to prevent microbial growth in chicken meat. In a similar way, Gouvêa et al. (2016) applied bacteriophages to evaluate the efficiency of absorbent food pads in meat trays.

4.3 Elaboration of antimicrobial films

Biopolymer films are made from renewable resources and are usually obtained from natural raw materials; chemical synthesis of bio-derived monomers; polymers

naturally produced by microorganisms (WIHODO and MORARU, 2013). The most used method in the elaboration of the films is denominated casting, where a filmogenic solution is deposited under the mold, taken to the drying, where a similar material to the plastic is obtained (PAGNO, 2016).

Starch is one of the biopolymers with the highest potential to produce biodegradable materials, especially disposable food packaging, where the time of use is relatively short. However, starch-based materials have demonstrated only limited commercial impact due to weakening mechanical properties as moisture content increases. Therefore, it is necessary to add elements that will compensate the mechanical problem (PAGNO, 2016).

Barros (2016) used papaya with nanoparticles of pectin to prepare a film that had greater mechanical resistance, thus the over-ripe papaya pulp showed to be suitable for edible biodegradable film processing and the addition of nanofillers and pectin is necessary to improve the barrier and mechanical properties.

5 | CONCLUSIONS AND TRENDS IN ANTIMICROBIAL PACKAGING

Antimicrobial packaging is an innovative food packaging concept that has increased attention in research and food industry. Antimicrobial agents incorporated into or coated onto packaging have shown the potential activity avoiding growth microorganisms (MALHOTRA et al., 2015). As a result of the antimicrobial packaging potential to provide quality and safety benefits in food applications, it is estimated that packaging systems niche will develop significantly in the next decades (IRKIM and ESMER, 2015).

A challenge to the use of antimicrobials compounds is food degradation during storage, for this phenomenon reduces antimicrobial activity. In order to avoid this effect, nanomaterials are being evaluated due to the higher surface area-to-volume ratio to work as antimicrobial agents (AZEREDO et al., 2013; BARROS, 2016). As another alternative to optimize antimicrobial effect, microencapsulation of natural antimicrobial compounds is been evaluated, once this technique protects the encapsulated active compounds (CASTRO-ROSAS et al., 2017). Studies report evidence of increased antimicrobial stability and activity when the antimicrobials are microencapsulated (NORI et al., 2011; SOLIMAN et al., 2013).

Natural antimicrobial packaging systems can cause ecofriendly and more effective food preservation. At the same time that packaging systems are improved, consumers preferences and cost effectiveness must be seen as priority.

6 | ACKNOWLEDGEMENT

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de

REFERÊNCIAS

- AZEREDO, H. M. C; OTONI, C. G.; ASSIS, O. B. G.; CORRÊA, D. S.; MOURA, M. R. de; MATTOSO, L. H. **Nanoparticles and antimicrobial Food Packaging**. Reference Module in Food Science, 2018.
- AZEREDO, H. M. C. **Antimicrobial nanostructures in food packaging**. Trends in Food Science and Technology, v. 30, p. 56–69, 2013.
- BARROS, T. T. **Produção e caracterização de filmes de polpa de mamão com adições de nanoestruturas, processados em modo batelada**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biotecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.
- BARROS-VELÁZQUEZ, J. **Antimicrobial Food Packaging**. London: Elsevier, 2016.
- BUBALO, M. C.; VIDOVIC, S; REDOVNIKOVIC, I. R.; JOKIV, S. **New perspective in extraction of plant biologically active compounds by green solvents**. Food and Bioproducts Processing, v. 109, p. 52-73, 2018.
- CASTRO-ROSAS, J.; FERREIRA-GROSSOB, C. R.; GÓMEZ-ALDAPA, C. A.; RANGEL-VARGAS, E.; RODRÍGUEZ-MARÍNC, M. L.; GUZMÁN-ORTIZC, F. A.; FALFAN-CORTESC, R. N. **Recent advances in microencapsulation of natural sources of antimicrobial compounds used in food - A review**. Food Research International, v. 102, p. 575-587, 2017.
- FERNÁNDEZ, A.; SORIANO, E.; LÓPEZ-CARBALLO, G.; PICOUET, P.; LLORET, E.; GAVARA, R.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P. **Preservation of aseptic conditions in absorbent pads by using silver nanotechnology**. Food Research International, v. 42, p. 1105–1112, 2009.
- GÓMEZ-ESTACA, J.; LÓPEZ-DE-DICASTILHO, C.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; CATALÁ, R.; GRAVARA, R. **Advances in antioxidant active food packaging**. Trends in Food Science and Technology, v. 25, p. 42-51, 2014.
- GOUVÊA, D. M.; MENDONÇA, R. C. S.; LOPEZ, M. E. S. L.; BATALHA, L. S. **Absorbent food pads containing bacteriophages for potential antimicrobial use in refrigerated food products**. LWT - Food Science and Technology, v. 67, p. 159-166, 2016.
- HAN, J. H., PATEL, D., KIM, J. E., & MIN, S. C. **Retardation of Listeria monocytogenes growth in mozzarella cheese using antimicrobial sachets containing rosemary oil and thyme oil**. Journal of Food Science, 79, p. 2272–2278, 2014.
- IRKIM, R.; ESMER, O. K. **Novel food packaging systems with natural antimicrobial agents**. Journal of Food Science and Technology, v. 52, p. 6095-6111, 2015.
- KHANEGHAH, A. M.; HASHEMI, S. M. B.; LIMBO, S. **Antimicrobial agents and packaging systems in antimicrobial active food packaging: An overview of approaches and interactions**. Food and Bioproducts Processing, v. 111, p. 1-19, 2018.
- LLORET, E., PICOUET, P., & FERNÁNDEZ, A. **Matrix effects on the antimicrobial capacity of silver-based nanocomposite absorbing materials**. LWT — Food Science and Technology, v. 49, p. 333–338, 2012.
- MALHOTRA, B.; KESHWANI, A.; KHARKWAL, H. **Antimicrobial food packaging: potential and pitfalls**. Frontiers in Microbiology, v. 6, p. 1-9, 2015.

MARCET, I.; WENG, S.; SÁEZ-ORVIZ, S.; RENDUELES, M.; DÍAZ, M. **Production and characterisation of biodegradable PLA nanoparticles loaded with thymol to improve its antimicrobial effect.** Journal of Food Engineering, v. 239, p. 26-32, 2018.

NORI, M. P.; FAVARO-TRINDADE, C. S.; ALENCAR, S. M.; THOMAZINI, M.; BALIEIRO, J. C. C.; CASTILHO, C. J. C. **Microencapsulation of propolis extract by complex coacervation.** LWT - Food Science and Technology, v. 44, p. 429-435, 2011.

OTONI, C. G.; ESPITIA, J. P.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; MCHUGH, T. H. **Trends in antimicrobial food packaging systems: Emitting sachets and absorbent pads.** Food Research International, v. 83, p. 60-73, 2016.

OTONI, C. G., SOARES, N. F. F., SILVA, W. A., MEDEIROS, E. A. A., & BAFFA JUNIOR, J. C. **Use of allyl isothiocyanate-containing sachets to reduce *Aspergillus flavus* sporulation in peanuts.** Packaging Technology and Science, v. 27, p. 549–558, 2014.

PAGNO, C. H. **Efeito da adição de nanoestruturas, óleos essenciais e quitosana no desenvolvimento de filmes e coberturas biodegradáveis com propriedades antioxidantes e antimicrobianas.** 2016. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

PISOSCHI, A. M.; POP, A; GEORGESCU, C.; TURCUS, V.; OLAH, N. K.; MATHE, E. **An overview of natural antimicrobials role in food.** European Journal of Medicinal Chemistry, v. 143, p. 922-935, 2018.

SOLIMAN, E. A.; EL-MOGHAZY, A. Y.; EL-DIN, M. S. M.; MASSOUD, M. A. **Microencapsulation of Essential Oils within Alginate: Formulation and in Vitro Evaluation of Antifungal Activity.** Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences, v. 3, p. 48-55, 2013.

SUNG, S. Y.; SIN, L. T.; TEE, T. T.; BEE, S. T.; RAHMAT, A. R.; RAHMAN, W. A. W. A.; VIKHRAMAN, M. **Antimicrobial agents for food packaging applications.** Trends in Food Science and Technology, v. 33, p. 110-123, 2013.

TAJKARIMI, M. M.; IBRAHIM, S. A.; CLIVER, D. O. **Antimicrobial herb and spice compounds in food.** Food Control, v. 21, p. 1199-1218, 2010.

VIACAVA, G. E.; AYALA-ZAVALAB, J. F.; GONZÁLEZ-AGUILARB, G. A.; ANSORENA, M. R. **Effect of free and microencapsulated thyme essential oil on quality attributes of minimally processed lettuce.** Postharvest Biology and Technology, v. 145, p. 125-133, 2018.

WIHODO, M.; MORARU, C. I. **Physical and chemical methods used to enhance the structure and mechanical properties of protein films: A review.** Journal of Food Engineering, v. 114, p. 292-302, 2013.

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

Cristina Xavier dos Santos Leite

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

- UESB, Programa de Pós-graduação em
Engenharia e Ciência de Alimentos, Núcleo de
Estudos em Ciência de Alimentos - NECAL
Itapetinga - Bahia

- UESB, Departamento de Ciências Exatas e
Naturais, Núcleo de Estudos em Ciência de
Alimentos - NECAL
Itapetinga - Bahia

Márcia Soares Gonçalves

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

- UESB, Programa de Pós-graduação em
Engenharia e Ciência de Alimentos, Núcleo de
Estudos em Ciência de Alimentos - NECAL
Itapetinga - Bahia

Ingrid Alves Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

- UESB, Programa de Pós-graduação em
Engenharia e Ciência de Alimentos, Núcleo de
Estudos em Ciência de Alimentos - NECAL
Itapetinga - Bahia

Márjorie Castro Pinto Porfirio

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

- UESB, Programa de Pós-graduação em
Engenharia e Ciência de Alimentos, Núcleo de
Estudos em Ciência de Alimentos - NECAL
Itapetinga - Bahia

Marília Viana Borges

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

- UESB, Programa de Pós-graduação em
Engenharia e Ciência de Alimentos, Núcleo de
Estudos em Ciência de Alimentos - NECAL
Itapetinga - Bahia

Marcondes Viana Silva

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

RESUMO: O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* A.) é uma espécie endêmica do semiárido brasileiro. A demanda por frutos de umbuzeiro é grande no Nordeste brasileiro, no entanto, sua produção é obtida apenas de forma extrativista. Objetivou-se com o presente estudo determinar a caracterização físico-química e a capacidade antioxidante da polpa e da geleia de umbu. Não houve diferença significativa para a análise de pH entre a polpa e a geleia, enquanto que observou-se diferença significativa para acidez titulável total. Os resultados demonstraram que a polpa e a geleia possuem quantidades significativas de constituintes fenólicos totais, sendo 1321,7 e 1365,2 mg de equivalente de ácidogálico.100g⁻¹ de amostra, respectivamente; para poder redutor a geleia apresentou 0,22 e a polpa 0,23 mg.mL⁻¹ expresso em CE₅₀.

PALAVRAS-CHAVE: constituintes bioativos; *Spondias tuberosa* A.; bioensaios.

ABSTRACT: The *Spondias tuberosa* A. is an endemic species of Brazilian semiarid. The demand for his fruits is great in the Northeast of Brazil, however, its production is obtained only

in an extractive way. The objective of this study was to determine the physicochemical characterization and antioxidant capacity of pulp and umbu jelly. There was no significant difference for pH analysis between pulp and jelly, while a significant difference was observed for total titratable acidity. The results showed that pulp and jelly have significant amounts of total phenolics constituents, being 1321.7 and 1365.2 mg.100 g⁻¹ gallic acid equivalent, respectively; for reducing power the gel presented 0.22 and the pulp 0.23 mg.mL⁻¹ expressed in EC₅₀.

KEYWORDS: bioactive constituents; *Spondias tuberosa* A.; bioassays.

1 | INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias Tuberosa* A.) é uma espécie frutífera, da família Anacardiaceae, nativa do semiárido do Nordeste brasileiro. Os frutos são caracterizados por apresentar alto conteúdo de vitamina C, excelentes características de sabor e aroma, aparência e qualidade nutritiva, e rendimento de polpa de aproximadamente 68%, com grande potencial tanto para o consumo in natura como para o processamento agroindustrial, podendo ser consumidos na forma de sucos, doces, geleias e sorvetes (SANTOS et al., 2018).

As frutas tropicais são altamente perecíveis, deteriorando-se em poucos dias. Esse fato dificulta sua comercialização, in natura, para outras regiões. Estima-se que, nas áreas tropicais e subtropicais, as perdas pós-colheita de frutas e hortaliças variam entre 15 e 50%, principalmente por manuseio e preservação inadequados. A transformação de frutas em produtos possibilita absorver grande parte da colheita, favorecendo o consumo de frutas durante o ano todo e a redução do desperdício de alimentos (CAETANO, DAIUTO e VIEITES, 2012).

Um dos produtos que podem ser elaborados com frutas para aumentar seu tempo de conservação são as geleias. Caracterizada como um produto de base gelatinosa, de estado semi-sólido, adquirido pela cocção da polpa de frutas inteira ou em pedaços apresentando sabor característico próprio da fruta de origem, doce e semi-ácido (VIEIRA et al., 2017).

Além das frutas, também são utilizados para elaboração de geleias, pectina, acidulantes e açúcar (substituído por adoçantes/edulcorantes no caso de geleia dietética), podendo ser adicionado glicose ou açúcar invertido para conferir brilho ao produto. Os acidulantes e pectina geralmente são adicionados para compensar qualquer deficiência no conteúdo natural de pectina ou de acidez da fruta. A calda deve ser concentrada até um °Brix entre 60 e 70, valores considerados suficientes para que ocorra geleificação (LIMA et al., 2017).

A produção de geleia, a partir da polpa de umbu, é uma alternativa de aproveitamento dos frutos, possibilitando sua utilização de forma comercial, maior oferta no mercado e qualidade de comercialização. O processamento de geleia é interessante, pois exige poucos equipamentos e traz como vantagens para o setor

produtivo o aproveitamento de frutas impróprias para a comercialização in natura, em compota ou desidratada. Também permite o uso do excedente da produção (GARCIA et al., 2017).

As polpas de frutas são uma fonte de compostos antioxidantes, como compostos fenólicos, vitaminas e flavonóides, que podem proteger os constituintes celulares contra o dano oxidativo e, portanto, limitam o risco de várias doenças degenerativas associadas ao estresse oxidativo. O conteúdo de compostos bioativos em frutas dependem diretamente de fatores naturais, como cultivar, região de crescimento e maturidade, e além disso, o próprio processo de industrialização pode afetar essas características. Estudos experimentais apoiam fortemente o papel dos compostos fenólicos na prevenção de câncer, diabetes e doenças neurodegenerativas (STAFUSSA et al., 2018).

Trabalhos realizados com umbu relativos à caracterização química da polpa e geleia desse fruto são escassos na literatura, sendo assim, um obstáculo para a análise comparativa dos resultados observados. Assim sendo, objetivou-se com o presente estudo investigar comparativamente as propriedades físico-químicas e a capacidade antioxidante de polpa e de geleia de umbu.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As polpas e os frutos do umbu foram adquiridos em uma mini-indústria de beneficiamento de frutas pertencente a associação comunitária de Capoeirão e adjacências no município de Ibiassucê - Bahia. Posteriormente foram conduzidas ao Núcleo de Estudos em Ciências de Alimentos (NECAL) da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *campus* de Itapetinga, e armazenadas à -18°C.

A geleia foi elaborada com polpa de umbu e açúcar na proporção de 2:1(m.m⁻¹). A cocção foi realizada em tacho aberto de aço inoxidável, com agitação manual contínua. A mistura foi aquecida até aproximadamente 100 °C, deixando-se chegar à concentração final de sólidos solúveis de 67 °Brix, determinada em refratômetro. Após o processamento, envasou-se a geleia à quente em embalagens de vidro previamente esterilizadas, sendo então fechadas com tampa de metal e invertidas. A seguir, os frascos foram resfriados em água até aproximadamente 40 °C e armazenados sob refrigeração até a condução das análises.

2.1 Caracterização físico-química

Determinação do pH: Determinou-se pH segundo metodologia recomendada pela AOAC (2010).

Determinação da Acidez Titulável Total (ATT): O índice de acidez foi determinado pelo método titulométrico segundo a metodologia estabelecida pela AOAC (2010). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de amostra.

2.2 Determinação fitoquímica e capacidade antioxidante

Obtenção dos extratos hidroetanólicos: Os extratos hidroetanólicos (etanol:água, 80:20 v.v⁻¹) foram obtidos de acordo com o procedimento proposto por Zhao e Hall (2008).

Determinação dos Constituintes Fenólicos Totais (CFT): Determinou-se os CFT de acordo com o procedimento proposto pela ISO 14502-1 (2005), utilizando o reagente de Folin-Ciocalteau (RFC) e as leituras foram realizadas a 773 nm. Para obtenção das curvas analíticas lineares, foi utilizado uma solução estoque de ácido gálico na concentração de 1 mg.mL⁻¹. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE) por 100 g de amostra.

Poder Redutor (PR): Determinou-se o PR de acordo com Oyaizu (1986). O ensaio fundamenta-se na capacidade dos antioxidantes para reduzir o complexo Fe (III)/ferricianeto $[\text{FeCl}_3/\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$, à forma ferrosa, Fe (II), em meio ácido para manter a solubilidade do ferro. Observando-se assim, a mudança da coloração amarela (Fe^{3+} /ferricianeto) para tons de verde ou azul Fe (II). A concentração de extrato necessária para inibir 50% (CE_{50}) do complexo Fe(III)/ferricianeto $[\text{FeCl}_3/\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6]$ foi calculada a partir da equação da reta proveniente da representação gráfica da absorbância registrada a 700 nm em função da concentração de extrato, substituiu-se o y por 5 e x correspondeu ao valor de CE_{50} .

Análise Estatística: As determinações foram realizadas em 3 repetições e os resultados apresentados como média \pm desvio padrão. A análise de variância (ANOVA) e as comparações múltiplas de Tukey, ao nível de significância de 5%, foram realizadas usando o Sistema de Análises Estatísticas e Genética (SAEG) versão 8.0.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios das análises físico-químicas de pH e ATT realizadas na polpa e na geleia do fruto do umbuzeiro encontram-se na Tabela 1 a seguir.

Determinações	Polpa	Geleia
pH	$3,14 \pm 0,02^a$	$3,18 \pm 0,02^a$
ATT	$0,25 \pm 0,14^b$	$0,35 \pm 0,21^a$

Tabela 1- Valores médios do pH e ATT expressa em g de ácido cítrico por 100 g de amostra.

médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Valores médios \pm desvio padrão

Não houve diferença significativa entre os valores de pH da polpa e da geleia de umbu. O valor médio obtido para o pH da polpa encontra-se acima daquele determinado

por Lima, Queiroz e Figueiredo (2003) no estudo das propriedades termofísicas de polpa de umbu, que foi de 2,16. Enquanto que Folegatti et al. (2003) observaram para a geleia de umbu valores de pH entre 2,82 e 3,05, valores inferiores ao relatado no presente trabalho.

Para a formação de um gel estável, é necessário obter um pH ideal e, para que esse processo aconteça de forma eficaz, é necessário que o pH esteja no intervalo de 3,1 a 3,5, considerando sempre o teor de sólidos solúveis (item relacionado a quantidade de açúcar presente no produto) próximo de 65%. Cabe ainda ressaltar que o pH tem um papel importante na conservação das geleias e doces de frutas, pois apresentam um pH inferior a 4,5, característica capaz de reduzir consideravelmente a quantidade de microrganismos deterioradores e causadores de doenças e, consequentemente, aumentar o tempo de prateleira desses produtos (SOLER et al., 1991).

Os valores de ATT encontrados diferiram significativamente entre a polpa e a geleia. Este estudo apresentou valores inferiores àqueles determinados por Folegatti et al. (2003), que se encontravam entre 0,62 e 0,88 para geleia de umbu e 1,56 para a polpa. Esta variação pode ser explicada pelo grau de maturação do fruto, uma vez que, à medida que o fruto amadurece, o teor de ácido cítrico diminui. Os valores médios de pH e ATT encontrados neste trabalho favorecem a conservação da geleia, não havendo necessidade da adição de ácido cítrico na formulação, para evitar o crescimento de leveduras.

Os teores dos constituintes fenólicos totais (FT) e do poder redutor (PR) para a polpa e geleia do fruto do umbuzeiro estão apresentados na Tabela 2. Pode-se observar que não houve diferença significativa entre eles.

Determinações	Polpa	Geleia
CFT (mg GAE .100g ⁻¹)	1321,7 ± 0,00 ^a	1365,2 ± 0,03 ^a
PR (CE ₅₀ mg.mL ⁻¹)	0,23± 0,03 ^a	0,22 ± 0,01 ^a

Tabela 2- Teores médios dos constituintes fenólicos totais (CFT) e Poder Redutor (PR) em polpa e geleia de umbu.

As médias seguidas pela mesma letra em cada linha não diferem estatisticamente, entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Valores médios ± desvio padrão.

A determinação fitoquímica revelou elevado teor de fenólicos totais para a polpa e geleia de umbu, indicando, assim, que estes produtos constituem boa fonte de antioxidantes naturais e apresentam potencial de aproveitamento na elaboração de produtos com alegações funcionais.

Em estudo realizado por Melo e Andrade (2010) com polpa e farinha do resíduo de umbu foram encontrados 32,70 e 452,21 mg de equivalente de catequina.100g⁻¹ de amostra, respectivamente, nas análises para quantificação de CFT. Costa et al.

(2015) encontraram 776,00 mg de equivalente de ácido gálico.100g⁻¹ de amostra quando também avaliaram resíduos de umbu. Portanto, as diferenças observadas por diversos autores podem ser atribuídas às peculiaridades dos métodos de extração, matéria-prima analisada e às diferentes condições edafoclimáticas de cultivo.

Quanto ao poder redutor expresso em CE₅₀ observou-se 0,23 e 0,22 mg.mL⁻¹ para polpa e geleia respectivamente. Para essa análise não foi observado diferença significativa entre os produtos. Entretanto, estes resultados apresentaram expressivo potencial antioxidante da polpa e da geleia de umbu. A literatura é escassa em relação à capacidade antioxidante da polpa e geleia de umbu, através da técnica utilizada para o poder redutor. Estudos com frutas brasileiras, nas mesmas condições de análise, são necessários para que haja comparações futuras, aumentando, assim, seu grau de confiabilidade.

4 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados observados, constatou-se que as características físico-químicas da polpa são adequadas para o processamento de geleia. Dentre as determinações verificou-se que houve diferença significativa apenas para os valores de acidez titulável total para as geleias processadas, as quais destaca-se com os maiores valores. Verificou-se que os extratos obtidos dos produtos processados apresentam expressivo potencial antioxidante. Considerando que ainda são limitados os estudos com os frutos de umbu e seus produtos derivados, investigações devem ser conduzidas para identificação dos constituintes bioativos, avaliação microbiológica e sensorial pelos consumidores do produto processado.

REFERÊNCIAS

AOAC- Official Methods of Analysis. 18th Edition, Revision 3, Association of Official Analytical Chemists, 2010.

CAETANO, P. K.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L. **Característica físico-química e sensorial de geleia elaborada com polpa e suco de acerola.** Brazilian Journal of Food Technology, Campinas, v. 15, n. 3, p. 191-197, 2012.

COSTA, F. I.; PORFIRIO, M. C.; OLIVEIRA, J. B.; SANTANA, G. A.; LAGE, R. S.; SILVA, M. V. **Avaliação fitoquímica e screening da capacidade antioxidante de resíduos de umbu.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, p. 341-348, 2015.

FOLEGATTI, M. I. S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R. L.; MACHADO, S. S.; ROCHA, A. S.; LIMA, R. R. **Aproveitamento industrial do umbu: processamento de geleia e compota.** Revista Ciência e Agrotecnologia, v. 27, p.1308-1314, 2003.

GARCIA, L. G. C.; GUIMARÃES, W. F.; RODOVALHO, E. C.; PERES, N. R. A. A.; FERNANDA SALAMONI BECKER, F. S.; DAMIANI, C. **Buriti (*Mauritia flexuosa*) jelly: adding value to fruits from the Brazilian savanna.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 20, p. 1-5, 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 14502-1. **Determination of substances characteristic of green and black tea: Part 1, Content of total polyphenols in tea - Colorimetric method using Folin-Ciocalteu reagent.** Geneva: ISSO, 1, 2005.

LIMA, C. M. G.; SANTOS, J. J.; MIRANDA, R. F.; VIANA, R. B. B.; SANTOS, M. S.; BARBOSA, E. A. **Pepper dedo-de-moça jelly acceptance of with pequi bark pectina.** The Journal of Engineering and Exact Sciences – JCEC, v. 3, n. 6, p. 1-6, 2017.

LIMA, I. J., QUEIROZ, A. J.; FIGUEIREDO, R. M. **Propriedades termofísicas da polpa de umbu.** Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, p. 31-42, 2003.

MELO, E. A.; ANDRADE, R. A. M. S. **Compostos Bioativos e Potencial Antioxidante de Frutos do Umbuzeiro.** Revista de Alimentos e Nutrição, p. 453-457, 2010.

OYAIZU, M. Studies on products of the browning reaction. **Antioxidative activites of broening reaction products prepared from glucosamine.** Japanese Journal of Nutrition, v. 44, p. 307-315, 1986.

SANTOS, E. F.; ARAÚJO, R. R.; LEMOS, E. E. P.; ENDRES, L. **Quantificação de compostos bioativos em frutos de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.) e cajá (*Spondias Mombin* L.) nativos de Alagoas.** Ciência Agrícola, v. 16, n. 1, p. 21-29, 2018.

STAFUSSA, A. P.; MACIEL, G. M.; RAMPAZZO, V.; BONA, E.; MAKARA, C. N.; JUNIOR, B. D.; HAMINIUK, C. W. I. **Bioactive compounds of 44 traditional and exotic Brazilian fruit pulps: phenolic compounds and antioxidant activity.** International Journal of Food Properties, v. 21, n. 1, p. 106–118, 2018.

SOLER, M. P. **Industrialização de Geléias: Processamento Industrial.** Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos: ITAL (Manual Técnico, n. 7). 1991.

VIEIRA, E. C. S.; SILVA, E. P.; AMORIM, C. C. M.; SOUSA, G. M.; BECKER, F. S.; DAMIANI, C. **Aceitabilidade e características físico-químicas de geleia mista de casca de abacaxi e polpa de pêssego.** Científica, Jaboticabal, v.45, n.2, p. 115-122, 2017.

ZHAO, B.; HALL, C. A. **Composition and antioxidant activity of raisin extracts obtained from various solvents.** Food Chemistry, v. 108, p. 511-518, 2008.

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE AVEIA PRODUZIDA EM CULTIVO CONVENCIONAL E ORGÂNICO

Cintia Cassia Tonieto Gris

Universidade de Passo Fundo, Instituto de Ciências Biológicas, Curso de Nutrição
Passo Fundo – RS

Valéria Hartmann

Universidade de Passo Fundo, Instituto de Ciências Biológicas, Curso de Nutrição
Passo Fundo – RS

Luiz Carlos Gutkoski

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Passo Fundo – RS

Matheus Tumelero Crestani

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária
Passo Fundo – RS

porém a aveia orgânica apresentou maior teor de compostos fenólicos quando comparada a convencional. O teor de fenólicos totais encontrados em maior quantidade na aveia orgânica pode ser um indicativo de que este modo de produção influência positivamente na qualidade nutricional dos alimentos, no entanto maiores pesquisas devem ser conduzidas em relação ao potencial antioxidante de alimentos orgânicos, em especial em cereais.

PALAVRAS-CHAVE: Aveia, orgânicos, antioxidantes, fenólicos totais.

ABSTRACT: Currently seen as synonymous of sustainability and healthy life, the foods cultivated organically had a sharp increase in demand, however, knowing the deficiency of nutritional information regarding organic foods, especially cereals, this study aimed to measure the antioxidant potential and the total phenolic content of oat (*Avena Sativa*) URS Tarimba, cultivated conventionally and organically. The total antioxidant potential was determined by ABTS method and the total phenolics by the Folin-Ciocalteu method. Was not obtained statistical difference between the antioxidant potential of organic and conventional oats, but the organic oats had a higher content of phenolic compounds when compared to conventional. It was concluded that even organic oats having antioxidant potential similar to conventional

RESUMO: Vistos atualmente como sinônimos de sustentabilidade e vida saudável, os alimentos cultivados de forma orgânica teve forte aumento em sua demanda. Sabendo-se da deficiência de informações nutricionais em relação a esses alimentos, em especial cereais, este trabalho objetivou avaliar o potencial antioxidante e o teor de fenólicos totais de aveia (*Avena sativa*) URS Tarimba, cultivada de modo convencional e orgânico. O potencial antioxidante total foi determinado pelo método ABTS e o teor de fenólicos totais pelo método Folin-Ciocalteau. Não se obteve diferença entre o potencial antioxidante da aveia orgânica e convencional,

oats, total phenolic content found in greater quantities in organic oats should not be ignored considering its importance to the nutritional value of food.

KEYWORDS : Oat, organic, antioxidant, total phenolics.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo inadequado de antioxidantes derivados da dieta pode ser uma das principais causas do estresse oxidativo uma das grandes preocupações do século XXI (COLLINS, 2005).

Dentre inúmeros alimentos que se destacam como fontes importantes de antioxidantes, entre outros nutrientes, têm-se a aveia que além de possuir um alto valor nutricional sendo fonte de fitoquímicos ativos, em especial de compostos fenólicos que apresentam atividade antioxidante comprovada *in vitro* e *in vivo*, é um cereal disponível e de custo acessível (KLAJN et al., 2012).

Isolar e concentrar antioxidantes a partir de grãos pode representar uma oportunidade de transformação na produção de antioxidantes naturais (KLAJN et al., 2012). Porém, não basta saber da existência de propriedades nutricionais e antioxidantes na aveia, muitos outros fatores podem influenciar nos resultados da análise de uma alimento (solo, clima, armazenagem), inclusive o método de cultivo e/ou vários fatores associados. Os alimentos orgânicos, por exemplo, vêm sendo associados à saúde e à sustentabilidade e tido grande aumento em sua demanda, porém, poucos trabalhos são conduzidos visando verificar a influência do tipo de cultivo na qualidade e no valor nutricional desses alimentos, em especial em relação à cereais.

Tendo em vista a lacuna de informações sobre a relação entre método de cultivo orgânico e o potencial antioxidante de cereais alimentícios, julgou-se pertinente avaliar o potencial antioxidante e o teor de fenólicos totais em aveia orgânica em comparação a convencional.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas duas amostras de *Avena Sativa* (Aveia Branca), cultivar URS Tarimba, uma amostra convencional cultivada na Região Norte do Rio Grande do Sul, safra de 2013, adquirida diretamente do produtor e a outra orgânica também cultivada na Região Norte do RS, safra de 2013, porém, adquirida por intermédio da Empresa familiar ECOBIO.

Inicialmente foram preparados extratos da amostra, de acordo com o procedimento descrito por Adom e Liu (2002), com adaptações. Foram utilizadas 2,5g de amostra, e solvente extrator de solução aquosa de etanol 80 %. A extração (2 x 5mL) foi realizada com agitação mecânica e ao abrigo da luz no intervalo de 10 minutos, sendo a centrifugação realizada a 2500 G. O sobrenadante foi filtrado em papel filtro Whatman nº 1, transferido para balão de fundo redondo e o etanol evaporado com uso

de nitrogênio. Os extratos evaporados foram ressuspensos em 20mL de água.

A atividade antioxidante da amostra orgânica e convencional analisadas neste estudo foi mensurada de acordo com o método da redução do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), descrito por Brand-William et al. (1995) com modificações de Rufino (2007). Assim, em tubos de ensaio foram adicionados 3,9 mL da solução de DPPH, 90 μ L de metanol e 10 μ L de extrato de aveia ressuspensos em metanol. A absorbância foi medida em espectrofotômetro Unico UV/Vis modelo 2100 (Brasil) zerado com metanol e a solução de DPPH foi diluída com metanol até atingir absorbância de 1,1 \pm 0,02 a 515 nm. O branco conduzido simultaneamente continha metanol no lugar da amostra. A atividade antioxidante foi expressa em Trolox (μ Mol TEAC 100g-1) de amostra, por comparação com curva padrão construída com Trolox na faixa de concentração de 50 a 150 μ Mol TEAC.

O teor de fenólicos solúveis totais dos extratos foi determinado em espectrofotômetro UV/Vis, Unico, modelo 2100 (EUA), de acordo com o método de Folin-Ciocalteau (SINGLETON et al., 1999), com leitura da absorbância em 764 nm. Foi misturada uma alíquota de 0,5 mL da amostra diluída com 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteau a 10 % e 2,0 mL de carbonato de sódio 7,5%. A mistura foi agitada em banho maria Dubnoff em temperatura mínima, e após deixada em repouso por 5 minutos em banho maria Tecnal, modelo 0541 (Brasil), a 50°C, ao abrigo da luz. O espectrofotômetro foi zerado com água destilada e a concentração do conteúdo de fenólicos totais foi medida e seu valor comparado com curva padrão de ácido gálico.

Os dados foram analisados segundo Teste t-student pelo programa SASM-Agri (CANTERI et al., 2001), seguindo um nível de significância de 5%.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os valores dispostos na Tabela 1, não há diferença estatística entre o potencial antioxidante das cultivares de aveia pelo método da redução do radical livre DPPH. Porém, quanto ao teor defenólicos solúveis totais determinado pelo método Folin-Ciocalteau a aveia orgânica mostrou maior teor de fenólicos solúveis totais.

Compostos fenólicos são potentes agentes antioxidantes e anti-inflamatórios e fortes evidências confirmam seus efeitos benéficos na saúde, principalmente contra doenças cardiovasculares e algumas formas de câncer. No futuro, esses compostos podem contribuir em grande medida para a redução do risco de doenças ou prevenção de doenças (GIOXARI et al., 2016).

Método	URS Tarimba convencional	URS Tarimba Orgânica
DPPH (μ Mol trolox/g de amostra)	1312,93 \pm 25,88 ^a	1314,73 \pm 16,67 ^a
FOLIN (mg GAE/100g de amostra)	371,59 \pm 7,87 ^b	453,73 \pm 6,96 ^a

Tabela 1 - Potencial antioxidante e teor de fenólicos totais em aveia orgânica e convencional.

Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Resultados expressos como média de quatro repetições \pm desvio padrão.

Diferentemente do resultado encontrado neste trabalho realizado com aveia, demais autores, como REN et al. (2001) que avaliaram variação do potencial antioxidante total em hortaliças produzidas por dois métodos de cultivo (orgânico e convencional), encontraram atividade antioxidante de 20% a 50% maior nos cultivarem orgânicos de alho, repolho e couve do que nos convencionais. A Agence Française de Sécurité Sanitaire Aliments (AFSSA) realizou uma avaliação de estudos referentes ao valor nutricional dos alimentos orgânicos comparados aos convencionais e encontrou maior conteúdo de matéria seca em tubérculos, raízes e folhas e de vitamina C em batata, alho-poró, couve e aipo; maior teor de ferro e magnésio na beterraba, batata, aipo, couve, cenoura, alho-poró, alface, cebola e tomate; maior teor de vitamina C na batata, alho-poró, couve e aipo; maiores quantidades de betacaroteno no tomate, cenoura e leite orgânicos; maiores quantidades de fitoquímicos na batata, maçã, pêssego, pera, laranja, cebola, tomate, pimentão, vinho e azeite de oliva. E maior teor de ácidos graxos poli-insaturados no leite, ovos e carnes orgânicas, sendo que a dieta à base de pasto e a criação livre indicada no manejo animal orgânico têm como decorrência carne e leite com menores teores de gordura saturada.

Em contra partida Sousa et al. (2012) cita que pesquisadores da Food Standards Agency (FSA), do Reino Unido, afirmam que em relação ao valor nutricional não existem evidências suficientes de benefícios oriundos do consumo de alimentos orgânicos quando comparado ao consumo de alimentos convencionais. Borguini e Torres (2006), que apesar de afirmarem que existem diferenças relativas à qualidade nutritiva quando se estabelece uma comparação entre os alimentos produzidos pelos métodos orgânico e convencional, concluem que as evidências não são suficientes para assumir, de forma definitiva, a superioridade do alimento produzido organicamente, quanto à qualidade nutritiva e aos benefícios do seu consumo.

Reganold e Wachter (2016) ressaltam que outros aspectos podem e devem ser considerados quando são estabelecidas comparações entre alimentos orgânicos e convencionais: alimentos orgânicos são mais rentáveis, são ambientalmente sustentáveis e contêm menores (ou nenhum) resíduos de pesticidas.

4 | CONCLUSÕES

Não foram encontradas diferenças no potencial antioxidante total entre as cultivares, porém ressalta-se maior teor de fenólicos totais na amostra de aveia orgânica. O teor de fenólicos totais encontrados em maior quantidade na aveia orgânica pode ser um indicativo de que este modo de produção influência positivamente na qualidade nutricional dos alimentos. Sugere-se que a diferença na qualidade nutricional entre

orgânicos e convencionais possa estar mais evidente em alguns alimentos, como legumes, verduras, frutas. Porém, sabendo da importância do consumo de cereais na alimentação diária pesquisas ainda devem ser realizadas na área, levando em consideração a alta gama de fatores (solo, clima, armazenagem) que podem influenciar direta ou indiretamente no potencial e nos compostos antioxidantes de um alimento.

REFERÊNCIAS

- ADOM, K.K.; and LIU, R.H. **Antioxidant activity of grains.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v.50, p.6182-6187.2002.
- BORGUINI, R. G.; TORRES, E. A. F. S. **Alimentos Orgânicos: Qualidade Nutritiva e Segurança do Alimento.** Segurança Alimentar e Nutricional. Campinas, SP, v 13, 2006.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. **Use of a free radical methodto evaluate antioxidant activity.**Food Science and Technology, v.28, p.25-30. 1995.
- CANTERI, M.G.; ALTHAUS, R.A.; VIRGENS FILHO, J.S. das; GIGLIOTTI, E.A.; GODOY, C.V. **SASM-Agri: sistema para análise e separação de médias em experimentosagrícolas pelos métodos Scott-Knott, Tukey e Duncan.** Revista Brasileira de Agrocomputação, v.1, p.18-24, 2001.
- COLLINS, A.R. **Assays for oxidative stress and antioxidant status: applications to research into the biological effectiveness of polyphenols.** Am. J. Clin. Nutr. 81, 261S–267S, 2005.
- GIOXARI, A.; KOGIANNOU, D.A.A.; KALOGEROPOULOS, N.; KALIORA, A.C. **Phenolic Compounds: Bioavailability and Health Effects.** Encyclopedia of Food and Health, p 339-345, 2016.
- KLAJN, V. M.; et al. **Compostos antioxidantes em aveia.** Revista Brasileira de Agrociência8, 292–303, 2012.
- REGANOLD, J.; WACHTER, J. **Organic agriculture in the twenty-first century.** Nature plants, v 2, 2016.
- REN H.; ENDO H.; HAYASHI T. **Antioxidative and antimutagenic activities and polyphenol content ofpesticide-free and organically cultivated Green vegetables using water-solubre chitosan as a soil modifierand leaf surface spray.** J Sci Food Agric; 81: 1426-1432, 2001.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. **Analysis of totalphenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent.** Methodsin Enzymology, Oxford, v. 299, n. 1, p. 152-178, 1999.
- SOUSA, A. A.; LIMA, E. E.; SILVA, A. P. F. **Alimentos Orgânicos e Saúde.** Rev. Panan Salud Publica,v.24, n.6, 2012.

PROCESSO OXIDATIVO AVANÇADO FOTO-FENTON PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA

Magda Maria Oliveira Inô

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
Barreiras - Bahia

Tatielly de Jesus Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
Barreiras - Bahia

Vanessa Regina Kunz

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
Barreiras - Bahia

Frederick Coutinho de Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia
Barreiras - Bahia

reagente é altamente dependente do pH, que deve apresentar-se mais ácido, em torno de 2 a 5. Contudo, a potencialidade do uso desse processo para o tratamento de efluentes se deve principalmente à sua simplicidade, uma vez que a reação ocorre a temperatura e pressão ambientais e se aplica a uma grande variedade de compostos. Diante do contexto apresentado, o presente trabalho teve como objetivo realizar um levantamento bibliográfico sobre o Processo Oxidativo Avançado foto-Fenton, abordando sua metodologia de funcionamento e aplicações.

PALAVRAS-CHAVE: processos, oxidativos, efluente, tratamento, foto-Fenton

ABSTRACT: Many industries generate contaminated effluents, which causes concern about the release patterns of these effluents into water bodies. Among the new treatment alternatives studied are Advanced Oxidative Processes (AOP). Among the AOPs, one of the most outstanding is the photo-Fenton process, which has attracted great interest in the treatment of several types of effluents due to its high oxidizing power, which, generating hydroxyl radicals, is capable of oxidizing a great variety of organic compounds. Therefore, the efficiency of this reagent is highly dependent on the pH, which must be more acidic, around 2 to 5. However, the potentiality of using this process for the treatment of effluents is mainly due to its

RESUMO: Muitas indústrias geram efluentes contaminados, o que acarreta na preocupação em relação aos padrões de lançamentos desses efluentes em corpos hídricos. Dentre as novas alternativas de tratamento estudadas, estão os Processos Oxidativos Avançados (POA). Entre os POA's um dos que mais se destaca é o processo foto-Fenton, que tem atraído grande interesse no tratamento de diversos tipos de efluentes devido ao seu alto poder oxidante que, gerando radicais hidroxila, é capaz de oxidar uma grande variedade de compostos orgânicos. Logo, a eficiência deste

simplicity, since the reaction occurs at ambient temperature and pressure and applies to a wide variety of compounds. In view of the presented context, the present work had as objective to carry out a bibliographic survey on the Advanced Oxidative photo-Fenton Process, addressing its methodology of operation and applications.

KEYWORDS: processes, oxidatives, effluent, treatment, Photo-Fenton

1 | INTRODUÇÃO

A humanidade possui o importante dilema de reduzir ao máximo a sua produção de resíduos, bem como instaurar o desenvolvimento sustentável; a disposição dos resíduos gerados pela mesma, assim como os padrões de lançamentos desses efluentes em corpos hídricos tem sido motivo de preocupação mundial (ROSA, et al. 2018).

Segundo Nogueira et al. (2007), os processos convencionais de tratamento de efluentes possuem uma eficiência limitada devido ao fato de os efluentes apresentarem composição diversificada, sendo portanto necessária a aplicação de tratamentos complementares para a remoção de compostos. Assim, esse tipo de tratamento já não é considerado tão eficiente no tratamento de efluentes, induzindo pesquisas em busca de soluções técnicas que garantam a qualidade dos efluentes para o reuso, dentro de preceitos éticos e legais (RAMOS et al., 2018) Nesta situação, nas duas últimas décadas os Processos Oxidativos Avançados (POA's) têm surgido como uma notável alternativa na remediação de efluentes contaminados, mostrando-se muito eficazes no tratamento de águas superficiais e subterrâneas, bem como de solos contaminados (GUIMARÃES, 2012).

Segundo Fioreze e colaboradores (2014), os POA's são processos que se baseiam na geração de radicais livres, principalmente o radical hidroxila ($\cdot\text{OH}$), que possui alto poder oxidante e pode promover a degradação de uma grande variedade de compostos orgânicos, levando à formação de compostos intermediários biodegradáveis, ou até mesmo gerando substâncias inócuas, tais como dióxido de carbono, água e íons inorgânicos oriundos de heteroátomos, que podem então ser tratados por métodos convencionais ou biológicos.

O radical OH pode ser gerado através de diversas reações envolvendo oxidante fortes, como ozônio (O_3) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), semicondutores como dióxido de titânio (TiO_2) e o óxido de zinco (ZnO) e a irradiação ultravioleta (UV). Os processos podem ser classificados como sistemas heterogêneos ou homogêneos, conforme a presença ou não de um catalisador sobre a forma sólida (TEIXEIRA e JARDIM, 2004).

Araújo et al. (2014), explicitou vários pontos positivos que os PAO's apresentam, tais como: a possibilidade de combinação com outros processos para pré ou pós-tratamento, o que reduz o custo do tratamento; possuem forte poder oxidante; promovem a mineralização total dos poluentes e oxidação total de espécies

inorgânicas; apresentam versatilidade e eficiência, pois diversas classes de poluentes podem ser completamente mineralizadas, incluindo compostos refratários; realizam a decomposição dos reagentes utilizados como, oxidantes em produtos de menor impacto ao meio ambiente; podem ser operados sob condições de temperatura e pressão ambiente.

Em contrapartida, apesar de alguns estudos mostrarem que o consumo energético pode ser reduzido, estes processos têm como principal desvantagem a limitação econômica, que está diretamente relacionada ao alto custo da fonte de radiação UV, implicando em consumo de energia elétrica e custo de manutenção, além do custo do agente oxidante; contudo, tais inconvenientes podem ser solucionados mediante o uso de energia solar, catalisadores de baixo custo e combinação com outros processos de tratamento, desde que não haja interferência no desempenho do processo (ARAÚJO et al. 2016).

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho objetivou realizar um levantamento bibliográfico sobre o Processo Oxidativo Avançado foto-Fenton, abordando sua metodologia de funcionamento e aplicações e verificando a sua eficiência.

2 | MÉTODOS

Este estudo reporta um levantamento bibliográfico que teve como objetivo conhecer o Processo Oxidativo Avançado foto-Fenton, no qual foi abordando a sua metodologia de funcionamento e aplicações. As buscas foram realizadas em artigos publicados no período entre 1992 e 2018. As publicações foram em língua portuguesa, empregando as seguintes palavras-chave: processo oxidativo, foto-Fenton e tratamento de efluentes.

3 | REVISÃO DA LITERATURA

Os principais Processos Oxidativos Avançados são: Químicos (processo Fenton), Fotoquímicos (incluindo H_2O_2/UV , O_3/UV , $O_3/H_2O_2/UV$, Foto-Fenton, Fotocatálise heterogênea), Sonoquímicos (incluindo US, O_3/US , H_2O_2/US , Fotocatálise/US, Sono-Fenton), e Eletroquímicos (incluindo Oxidação Anódica, Eletro-Fenton, Fotoeletro-Fenton, Sonoelétrico, Sonoelétrico-Fenton) (Araújo et al. 2014).

Os POA's fotoquímicos consistem em tecnologias relativamente simples, mas que possuem alta eficácia se comparada a outros métodos de tratamento, podem desinfetar águas e destruir uma alta porcentagem dos poluentes presentes. O processo ocorre devido à associação da irradiação UV com agentes oxidantes fortes como peróxido de hidrogênio, ozônio e catálise com dióxido de titânio, o que origina diversos tipos de POA's fotoquímicos capazes de degradar ou destruir uma vasta quantidade de poluentes, através de três reações principais: foto-decomposição (baseada na

irradiação UV, excitação e degradação de moléculas de poluentes), oxidação por ação direta de H₂O₂ e O₃, e oxidação por fotocatálise com TiO₂, levando à formação de radicais hidroxila (Araújo et al. 2016).

De acordo com Silveira (2017), esses processos possuem como maior vantagem o fato de serem tratamentos destrutivos, ou seja, o contaminante não é apenas transferido de fase, mas sim degradado através de uma série de reações químicas.

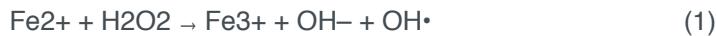
Dentre os POA's fotoquímicos citados, o processo foto-Fenton vem ganhando destaque em vários estudos, devido a sua elevada capacidade de degradação de inúmeros poluentes ambientais, isso se deve ao fato da fotólise de peróxido de hidrogênio contribuir para aceleração na produção de OH (TEIXEIRA e JARDIM, 2004).

Segundo Brito e Silva (2012), o processo foto-Fenton foi descoberto na década de 80, onde foi observado, que a irradiação do Reagente de Fenton provocava a fotorredução dos íons Fe³⁺ previamente formados, com geração de mais de um molar de íon hidroxila. Esta técnica produz uma quantidade superior de radicais hidroxila se comparado ao processo Fenton convencional. Sendo que, a potencialidade do uso desse processo para o tratamento de efluentes se deve principalmente à sua simplicidade, uma vez que a reação ocorre à temperatura e pressão ambientais e se aplica a uma grande variedade de compostos, além de o ferro ser um elemento bastante abundante (SILVA et al., 2007).

De acordo com Vieira et al. (2017), devido a sua alta eficiência na oxidação de contaminantes orgânicos, o processo reativo Foto-Fenton apresenta maior potencial aplicado no tratamento de águas e efluentes. Conforme Gogate e Pandit (2004), o processo foto-Fenton é realizado através do uso combinado de peróxido de hidrogênio (H₂O₂), radiação UV-Vis e íons oxalato de Fe³⁺ ou íons Fe²⁺.

4 | DESENVOLVIMENTO

Segundo Pignatello (1992), os processos Fenton se iniciam com o íon Fe²⁺, que irá catalisar e decompor o H₂O₂, em meio ácido, resultando na geração de radicais hidroxila (HO[•]). Esse processo pode ser observado na Equação 1:



De acordo com Rodrigues (2015), pelo fato de o radical hidroxila possuir alta reatividade e não-seletividade na degradação de compostos, a reação de Fenton apresenta-se como uma reação rápida e eficaz.

O processo foto-Fenton, de forma análoga, aumenta a formação de radicais hidroxila e se difere do processo Fenton pois na sua reação há a presença da radiação ultravioleta (UV), que induz a redução catalítica em soluções aquosas de H₂O₂ e de Fe³⁺ (íons férricos) a Fe²⁺ (íons ferrosos) (MARTINS et al., 2011; ARAÚJO et al.,

2016). A incidência de radiação UV permite uma nova reação com o H₂O₂ disponível (MOTA et al., 2014). Segundo Gogate e Pandit (2004), a reação primária do processo foto-Fenton é a Equação 2:



Consoante Martins et al. (2011), nesse caso hv representa a radiação ultravioleta. Nogueira et al. (2007) salienta que foi realizada um omissão das águas de hidratação que são utilizadas na reação, uma vez que as espécies de ferro em solução aquosa (Fe²⁺, Fe³⁺) existem como aquo-complexos, para tornar o texto mais simples.

Durigan et al. (2012) afirma que a reação de foto-Fenton pode ser caracterizada pela Equação 3:



A Figura 1 mostra a representação esquemática de um equipamento para tratamento contínuo por processos foto-Fenton.

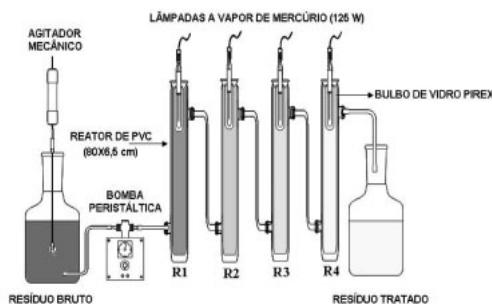


Figura 1 - Representação esquemática da unidade de tratamento contínuo por processos foto-Fenton em escala de bancada.

Fonte: DURIGAN et al. (2012).

Essa unidade de tratamento é formada por 4 reatores (R1 a R4) fotoquímicos de PVC com volume útil de 2,6 L, cada um dos quais é equipado em sua parte superior por uma lâmpada a vapor de mercúrio de 125 W ($3,93 \times 10^{-5} \text{ E s}^{-1}$) protegida por um bulbo de vidro Pirex. Os reagentes são adicionados no recipiente inicial que contém o resíduo bruto, com capacidade total de 20 L, onde um agitador mecânico é utilizado para homogeneização. O resíduo flui em fluxo ascendente pelos 4 reatores conectados em linha, com ajuda de uma bomba peristáltica, sendo finalmente recebido no recipiente de amostra tratada (DURIGAN et al., 2012).

O processo foto-Fenton se destaca por sua facilidade de operação, podendo ser realizado em condições normais de temperatura e pressão, além de ser possível

a utilização de energia solar, gerando uma redução de custos no processo, sobretudo quando se opera em larga escala (NOGUEIRA, et al., 2007; SHEMER, et al., 2006). Contudo apresenta algumas desvantagens, como o alto custo relacionado aos reagentes químicos e o alto consumo de energia elétrica, usada como fonte artificial de radiação UV, que pode ser superada pelo uso de luz solar (MORAES, 2003).

Os fatores que irão influenciar no tempo de reação do processo foto-Fenton são os valores de pH, operação e concentrações de H₂O₂ e de ferro a serem adicionados, além da estrutura química do contaminante (NOGUEIRA et al., 2007).

Para se obter uma maior taxa de remoção de poluentes deve-se realizar o aumento da concentração de ferro, contudo, uma quantidade de ferro muito elevada pode levar ao aumento do teor de sólidos dissolvidos e diminuição da translucidez do efluente, o que é prejudicial ao processo foto-assistido (DIAS, 2015).

De acordo com COELHO (2004), o aumento da concentração de Fe²⁺ pode provocar, além do aumento da velocidade das reações, um aumento da conversão final do poluente específico, em termos de Carbono Orgânico Dissolvido (COD) ou de sua concentração.

Segundo Neyens e Baeyens (2003), o processo Fenton pode apresentar diferentes tratamentos dependendo da relação CH₂O₂ / CFe²⁺. Quando a quantidade de H₂O₂ excede a de Fe²⁺, o tratamento assume efeito oxidante, e quando ocorre o contrário, o tratamento assume caráter de coagulação química. De acordo com EPA (1998), a taxa de reação iniciada com Fe²⁺ é bem superior àquela reação iniciada com Fe³⁺/H₂O₂, devido à baixa reatividade do íon férrico com o peróxido.

A concentração de peróxido de hidrogênio inicial é um fator importante para se obter a melhor eficiência de degradação, sendo possível observar um aumento na degradação de poluentes com o aumento da sua dosagem (GOGATE e PANDIT, 2004). Por outro lado, o excesso de peróxido de hidrogênio leva a sua reação com HO[•], promovendo uma redução nas taxas de oxidação (RODRIGUEZ et al., 2002).

O processo com reagente Fenton é influenciado ainda pelo Ph, onde os melhores resultados obtidos se encontram na faixa de 2 a 5 (SCHRANK, 2003).

A taxa de reação Fenton possui efeito mais pronunciado a temperaturas maiores do que 20 °C, apresentando aumento da taxa de reação com o aumento da temperatura. Contudo, devido a acelerada decomposição do peróxido de hidrogênio em oxigênio e agua, a eficiência do H₂O₂ diminui com o uso de temperaturas acima de 40 – 50 °C (TAKASHINA, 2013).

É neste contexto que os processos Fenton e foto-Fenton surgem como uma alternativa viável ao tratamento de diversos tipos de efluentes em indústrias, entre elas as de alimentos, como por exemplo, as indústrias de beneficiamento de azeite e processamento de batata.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo foto-Fenton se destaca entre os POA's que utilizam a luz em sua reação, pois tem a vantagem de ser sensível à luz UV-visível, uma vez que as espécies foto-reativas deste processo absorvem luz, possibilitando o aproveitamento da luz solar, já que o consumo de energia pelas lâmpadas traria grandes gastos. Além disso, se destaca também pela sua facilidade de operação, podendo ser realizado em condições normais de temperatura e pressão.

Contudo, a eficiência do processo com reagente Fenton depende do pH do meio, que deve estar mais ácido, em torno de 2 a 5, para que a remoção da DQO seja eficaz, como também depende da temperatura, que deve ser entre 20 e 40º C, já que temperaturas acima disso reduzem a eficiência do peróxido de hidrogênio. Logo, após a remoção da DQO é necessário à neutralização do efluente quando se tem um posterior tratamento biológico, ou até mesmo para o descarte do efluente tratado em matrizes ambientais.

Portanto, a eficiência deste processo é bem significativa para o tratamento de efluentes, sobretudo ao seu custo com o consumo da energia de lâmpadas que podem ser substituídas pela luz de placas solares, com o tempo se pagam, reduzindo assim os custos posteriores com a energia.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, K. S. et al. **Processos oxidativos avançados: uma revisão de fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais urbanas e efluentes industriais**. Rev. Ambiente e Água, vol. 11 n. 2. Taubaté – Apr. / Jun. 2016.
- ARAÚJO, K. S. et al. **Processos oxidativos avançados: Fundamentos e aplicações no tratamento de águas residuais e efluentes industriais**. V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte/MG – 24 a 27/11/2014.
- BRITO, N. N. de; SILVA, V. B. M. **Processos Oxidativos Avançados e sua aplicação ambiental**. Rev. Eletrônica de Engenharia Civil, n.3, v.1, p.36-47. 2012.
- COELHO, A. D. **Tratamento das Águas Ácidas de Refinaria de Petróleo pelos processos Fenton e foto-Fenton**. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2004.
- DIAS, I. do N. **Degradação de Fluoreno, Sulfametoazol e Trimetoprima por Fotocatálise, Foto-Fenton e FotoFenton mediado por Complexos de Ferrioxalato Utilizando Radiação Solar Natural e Artificial**. 2015. Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Química, XVII, 139 p.: il.; 29,7 cm. 2015.
- DURIGAN, M. A. B.; VAZ, S. R.; PERALTA-ZAMORA, P. **Degradação de poluentes emergentes por processos Fenton e foto-Fenton**. Quím. Nova [online], vol.35, n.7, p.1381-1387. ISSN 0100-4042. 2012.
- EPA (Environmental Protection Agency). **Advanced Photochemical Oxidation Processes**, 1998.
- FIOREZE, M., SANTOS, E. P., SCHMACHTENBERG, N. **Processos oxidativos avançados: fundamentos e aplicação ambiental**. Rev. Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental,

GOGATE, P.; PANDIT, A. **A review of imperative technologies for wastewater treatment II: hybrid methods**. Advances in Environmental Research. v.8, p. 553–597, 2004.

GUIMARÃES, B. S. **Desenvolvimento de Processos Oxidativos Avançados para degradação de agrotóxicos em meio aquoso**. 139 p. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande, Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica e Ambiental. Rio Grande do Sul. 2012.

MARTINS, L. M.; SILVA, C. E. da; MOITA NETO, J. M. M.; LIMA, Á. S.; MOREIRA, R. de F. P. M. **Aplicação de Fenton, foto-Fenton e UV/H₂O₂ no tratamento de efluente têxtil sintético contendo o corante Preto Biozol UC**. Eng. Sanit. Ambient. Vol.16, n.3, p. 261-270. 2011.

MORAES, J. E. F. **Aplicação do Processo Foto-Fenton na Degradação de Efluentes Industriais contendo Poluentes Orgânicos**. 2003. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química. São Paulo, 2003.

MOTA, A. L. N.; CHIAVONE-FILHO, O.; PROCÓPIO, Z. S. D.; CARVALHO, G. K. G.; TEIXEIRA, M. L. M. **Otimização da área irradiada e do arranjo de um reator fotoquímico tubular na degradação do fenol pelo processo Foto-Fenton**. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química. 2014.

NEYENS, E.; BAEYENS, J. **A review of classic Fenton's peroxidation as an advanced oxidation technique**. Journal of Hazardous Materials, v. B98, p. 33-50, 2003.

NOGUEIRA, R. F. P.; TROVÓ, A. G.; SILVA, M. R. A. da; VILLA, R. D.; OLIVEIRA, M. C. de. **Fundamentos e aplicações ambientais dos processos Fenton e foto-Fenton**. Quim. Nova, Vol. 30, No. 2, p. 400-408. 2007.

OLIVEIRA, M. C.; NOGUEIRA, R. F. P.; GOMES NETO, J. A.; JARDIM, W. F.; ROHWEDDER, J. J. R. **Sistema de injeção em fluxo espectrofotométrico para monitorar peróxido de hidrogênio em processo de fotodegradação por reação foto-Fenton**. Quim. Nova, vol. 24, nº 2, p.188-190. 2001.

PIGNATELLO, J. J. **Dark and photoassisted iron(3+)-catalyzed degradation of chlorophenoxy herbicides by hydrogen peroxide**. Environ. Sci. Technol. 26 (5), pp 944–951; 1992.

RAMOS, J. M. P.; CARVALHO, C. M. de; PAIVA E SILVA, C. L. de; TONHOLO, J. **Processos oxidativos avançados no tratamento de efluente contendo verde malaquita: estudo prospectivo**. Cad. Prospec., Salvador, v. 11, Edição Especial, p.509-520, abr./jun. 2018.

RODRIGUES, C. A. **Tratamento de efluente do tingimento de ágatas por processo oxidativo avançado – técnica Fenton para degradação de Rodamina B**. 2015. Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Ambiental – Instituto de Pesquisas Hidráulicas e Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2015.

RODRIGUEZ, M.; ABDERRAZIK, N.B.; CONTRERAS, S.; CHAMARRO, E.; GIMENEZ, J.; ESPLUGAS, S. **Iron (III) photoxidation of organic compounds in aqueous solutions**. Applied Catalysis B: Environmental, v. 37, p. 131-137, 2002.

ROSA, R. R., et al. **Processos Oxidativos Avançados em águas superficiais**. Disponível em: <<http://www.asmec.br/biblioteca/anais2013/Qu%C3%ADmica%20V.pdf>>. Acesso em 24 de abril, 2018.

SHEMER, H.; KUNUKCU, Y.; LINDEN, K. **Degradation of the pharmaceutical Metronidazole via UV, Fenton and photo-Fenton process**. Chemosphere, v. 63, p.269 – 276, 2006.

SCHRANK, S.G. **Tratamento de efluentes da indústria de couro através de processos avançados de oxidação**. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 207f. 2003.

SILVA, M. R. A.; TROVÓ, A. G.; NOGUEIRA, R. F. P. **Degradation of the herbicide tebuthiuron using solar photo-Fenton process and ferric citrate complex at circumneutral pH**. Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry, v. 191, p. 187-192. 2007.

SILVEIRA, J. G. **Avaliação de Processos Oxidativos Avançados (POAs) no tratamento de efluentes contendo biodiesel gerados no laboratório de pesquisa do NUCBIO/FEQUI**. Monografia (graduação) - Universidade Federal de Uberlândia. 2017.

TAKASHINA, T. A. **Tratamento da água ácida retificada utilizando processos oxidativo avançados**. 2013. 74 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Curitiba. 2013.

TEIXEIRA, C. P. A. B., JARDIM, W. F. **Processos Oxidativos Avançados: Conceitos Teóricos**. 2004.

VIEIRA, S. M. M.; COSTA, T. B.; NAVES, F. L. **Utilização de processo oxidativo avançado (Foto-Fenton) no tratamento de efluente à base de gasolina comercial**. The Journal of Engineering and Exact Sciences, [S.I.], v. 4, n. 1, p. 0014-0018, dez. 2017.

VILLA, R. D.; SILVA, M. R. A. da; NOGUEIRA, R. F. P. **Potencial de aplicação do processo foto-Fenton/solar como pré-tratamento de efluente da indústria de laticínios**. Quim. Nova, Vol. 30, No. 8, p. 1799-1803. 2007.

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

Daniele Custódio Gonçalves das Neves

Doutoranda em Alimentos e Nutrição.
Universidade Estadual de Campinas – Faculdade
de Engenharia de Alimentos – CEP: 13083-852
– Campinas – SP – Brasil, Telefone: (19) 3521-
4097. E-mail: dani.custodioneves@gmail.com

Kátia Cilene Tabai

Prof. Dr.^a da Área de Alimentos e Nutrição.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
Instituto de Ciências Sociais Aplicadas. BR-465,
Km 7. CEP: 23.897-000 - Seropédica - Rio de
Janeiro/RJ. Telefone: (21) 26821042. E-mail:
ktabai@ufrj.br

Baseado no trabalho apresentado no evento 6º Simpósio de Segurança Alimentar, faz parte da dissertação de mestrado da primeira autora, sob a orientação da segunda autora, a saber: NEVES, D.C.G. **Análise de Políticas Públicas Intersetoriais de Fortalecimento da Agricultura Familiar e de Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil e o Caso de um município do Espírito Santo**. 2018. 104p. Dissertação (Mestrado em Práticas de Desenvolvimento Sustentável). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

RESUMO: Este artigo apresentará o estudo de caso realizado no município capixaba de Cachoeiro de Itapemirim, acerca do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e apresentará o panorama de como as instituições beneficiadas quanto a mudança do hábito alimentar do seu público. Este trabalho exploratório de caráter quali-quantitativo acompanhou a execução

do PAA no município capixaba de Cachoeiro de Itapemirim no período de 2015 e 2016 verificando as melhorias proporcionadas as instituições beneficiadas pelo programa. O PAA oportunizou as instituições benficiantes a ter acesso regular a alimentos de hortifruti, viabilizando a confecção de cardápio semanal, com introdução de alimentos antes não consumidos, com uma alimentação mais saudável e rica aos usuários da instituição, maior variedade e qualidade nutricional dos alimentos e possibilidade de confecção de cardápios variados, assim, promovendo uma mudança do estado nutricional do grupo vulnerável atendido pelas instituições.

PALAVRAS-CHAVE: Programa de Aquisição de Alimentos; Segurança Alimentar e Nutricional; Hábitos Alimentares.

ABSTRACT: This article will present the case study carried out in the municipality of Cachoeiro de Itapemirim, about the Food Acquisition Program (FAP) and will present the panorama of how the institutions benefited from the change in the food habits of its public. This qualitative and quantitative exploratory work followed the execution of the FAP in the municipality of Cachoeiro de Itapemirim in the period of 2015 and 2016, verifying the improvements provided to the institutions benefited by the program. The FAP made it possible for charitable institutions

to have regular access to hortifrutí foods, making possible the preparation of a weekly menu, introducing previously unconsumed foods, providing a healthier and richer diet for the institution's users, greater variety and nutritional quality of foods and possibility of confection of varied menus, thus promoting a change in the nutritional status of the vulnerable group attended by the institutions.

KEYWORDS: Food Acquisition Program; Food and nutrition security; Eating habits.

1 | INTRODUÇÃO

O Brasil avançou muito no quesito governança e segurança alimentar e nutricional na última década, principalmente em ações intersetoriais para a promoção do Direito Humano à Alimentação Adequada e como resultado desse esforço ocorreu a diminuição da pobreza e da fome (TABAI, 2018).

Nesse período também foi desenvolvido diversos programas para uma política agrícola para o setor social no meio rural brasileiro denominado Agricultura Familiar. Dentro os vários programas constituídos ou reformulados nesse período se destacam: o crédito agrícola por intermédio do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF e as ações de acesso ao mercado institucional - Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) (DELGADO et al., 2005; VILAR e MOREIRA, 2016).

O Programa de Aquisição de Alimentos foi instituído pelo art. 19 da Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003. Esta Lei foi alterada em 2011 pela Lei nº 12.512, e regulamentada por diversos decretos. O decreto vigente é o Decreto nº 7.775 de 4 de julho de 2012 (BRASIL, 2003; BRASIL, 2011; BRASIL, 2012). O PAA é o programa de fomento de aquisição de alimentos oriundos também da Agricultura Familiar. Este programa compra gêneros alimentícios da Agricultura Familiar, com dispensa de licitação, e os destina as instituições governamentais ou não governamentais que atendam pessoas com risco de insegurança alimentar e nutricional. O PAA também contribui para a constituição de estoques públicos de alimentos, Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), produzidos por agricultores familiares e para a formação de estoques pelas organizações da agricultura familiar (RIBEIRO et. al., 2013; SEAD, 2017a).

O PAA destaca-se por sinalizar um novo cenário de inovação e estímulo ao desenvolvimento Territorial endógeno no que se refere às políticas públicas de apoio à agricultura familiar de modo intersetorial, principalmente no que diz respeito à comercialização direta de produtos e sua relação com a soberania alimentar, a biodiversidade e a sustentabilidade econômica, social e ambiental (DIAS et al., 2013).

Este artigo apresentará o estudo de caso realizado no município capixaba de Cachoeiro de Itapemirim, acerca do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e apresentará o panorama de como as instituições beneficiadas quanto a mudança do hábito alimentar do seu público.

2 | REVISÃO DE LITERATURA

O Programa de Aquisição de Alimentos foi instituído pelo art. 19 da Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003. Esta Lei foi alterada pela Lei nº 12.512, de 14 de outubro de 2011, e regulamentada por diversos decretos. O que está em vigência é o Decreto nº 7.775 de 4 de julho de 2012. O PAA surgiu durante a formulação do Programa Fome Zero, lançado em outubro de 2001 pelo Instituto de Cidadania. O Conselho Nacional de Segurança Alimentar (CONSEA) passou a discutir as diretrizes que orientariam o Programa (BRASIL, 2012; BRASIL, 2011; BRASIL, 2003).

As diretrizes do Programa de Aquisição de Alimentos são:

- i) promover a inclusão econômica e social de agricultores familiares; ii) incentivar o consumo e a valorização dos alimentos produzidos pela agricultura familiar;
- iii) promover o acesso à alimentação às pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional, sob a perspectiva do direito humano à alimentação adequada e saudável; iv) apoiar a formação de estoques públicos por agricultores familiares e suas organizações; v) fortalecer circuitos locais e regionais e redes de comercialização; vi) promover o abastecimento alimentar por meio de compras governamentais de alimentos, inclusive para prover a alimentação escolar; vii) promover e valorizar a biodiversidade e a produção orgânica e agroecológica de alimentos e incentivar hábitos alimentares saudáveis em nível local e regional; e viii) estimular o cooperativismo e o associativismo (BRASIL, 2012).

O PAA é um programa que compra gêneros alimentícios oriundos da agricultura familiar, com dispensa de licitação, e os destina as instituições governamentais ou não-governamentais que atendam pessoas com risco de insegurança alimentar e nutricional.

Além disso, este programa promove o abastecimento alimentar por meio de compras governamentais de alimentos; fortalece circuitos locais e regionais e também redes de comercialização; valoriza a biodiversidade e a produção orgânica e agroecológica de alimentos; incentiva hábitos alimentares saudáveis e estimula o associativismo. Chmielewska et al. (2009) reforça que o programa age em dois aspectos importantes no suprimento alimentar da população: no momento produtivo e no momento do consumo.

O PAA é gerido pelo Grupo Gestor (GGPA), este órgão é responsável por definir as formas de funcionamento das modalidades do Programa; a metodologia para a definição dos preços de referência de aquisição de alimentos, considerando as diferenças regionais e a realidade da agricultura familiar; as condições de doação dos produtos adquiridos; as condições de formação de estoques públicos; os critérios de priorização dos beneficiários fornecedores e consumidores; as condições para a aquisição e doação das sementes, mudas e outros materiais propagativos de culturas alimentares; e outras medidas necessárias para a operacionalização do PAA (SEAD, 2017b).

O Grupo Gestor do PAA é constituído por representantes dos ministérios de Desenvolvimento Social e Combate à Fome; de Desenvolvimento Agrário; da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; do Planejamento, Orçamento e Gestão; da Fazenda; e da

Educação. Este grupo tem como objetivo principal orientar e acompanhar a execução do PAA, normatizando por meio de suas Resoluções (SEAD, 2017b).

Por sua intersetorialidade e abrangência, o PAA é um Programa que conta com ampla participação da sociedade civil. O Conselho de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) é instância de controle do PAA nas esferas nacional, estadual e municipal. Na hipótese de inexistência desses, os Conselhos de Desenvolvimento Rural Sustentável ou os Conselhos de Assistência Social poderão ser responsáveis pelo acompanhamento da execução do PAA (SEAD, 2017a).

O PAA conta ainda com a participação social no Comitê composto por representantes governamentais e da sociedade civil, de caráter consultivo, que assessorá o Grupo Gestor e acompanha a implementação do Programa (SEAD, 2017b).

O Programa de Aquisição de Alimentos é apresentado pela Secretaria Especial da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário (SAED, 2017c) em cinco modalidades:

1. Compra com Doação Simultânea: tem como finalidade fazer aquisições de alimentos da agricultura familiar e destinar as entidades da rede socioassistencial e aos equipamentos públicos de alimentação e nutrição (Restaurantes Populares, Cozinhas Comunitárias e Bancos de Alimentos), afim de auxiliar nos estoques de mantimentos das entidades atendidas. Esta modalidade faz aquisições de fabricação própria da agricultura familiar seja ‘in natura’ ou processado, desde que se cumpra com os requisitos de controle de qualidade vigentes.

A modalidade Compra e Doação Simultânea é realizada em todos os estados, sendo seu teto máximo de comercialização por unidade familiar/ano de até R\$ 4.500,00 em contratos individuais ou de R\$ 4.800,00 por unidade familiar/ano quando for intermediado por organizações (cooperativas).

2. Compra Direta: esta modalidade objetiva constituir estoques públicos de produtos como arroz, feijão, milho, trigo, sorgo, farinha de mandioca, farinha de trigo, leite em pó integral, castanha de caju, castanha-do-brasil, por exemplo, desde que sejam definidos e estipulados pelo Grupo Gestor do PAA. Esses alimentos são utilizados para a composição de cestas básicas distribuídas a grupos populacionais específicos ou em caso de emergência.

A Compra Direta permite a aquisição de produtos de até R\$ 8.000,00 por unidade familiar/ano, e é acessada individualmente.

3. Apoio à Formação de Estoques: tem como propósito apoiar financeiramente a construção de estoques de alimentos por organizações da agricultura familiar através de recursos vindos do Ministério de Desenvolvimento Social ou da Secretaria Especial da Agricultura Familiar e do Desenvolvimento Agrário. Quando a operação é feita com recursos do MDS, o pagamento é a entrega de parte dos alimentos beneficiados para os estoques públicos. Quando a operação é feita com recursos do SEAD, o pagamento é feito através da venda do alimento beneficiado no mercado convencional é que se devolva à União o recurso que lhe foi repassado pela Conab, acrescido

de encargos de 3% (três por cento) ao ano.

O valor de participação limite financiado é de R\$ 8.000,00 por unidade familiar/ano ou quando é feito através de organização não pode ultrapassar o valor total de R\$ 1,5 milhão por cada organização/ano.

4. Incentivo à Produção e ao Consumo de Leite – PAA Leite: visa contribuir com o aumento do consumo de leite pelas famílias que se encontram em situação de insegurança alimentar e nutricional e também incentivar a produção leiteira dos agricultores familiares. São adquiridos leite de vaca e de cabra de fabricação própria dos agricultores familiares e deve cumprir os requisitos de controle de qualidade dispostos nas normas vigentes. Esta modalidade é executada somente pelos estados do Nordeste e Minas Gerais (Região Norte). Os agricultores familiares devem produzir no máximo 150L de leite/dia e ter comprovante de vacinação dos animais. O valor recebido é de, no máximo, R\$ 4.000,00 por unidade familiar/semestre.
5. Compra Institucional: é a aquisição pelos órgãos federais, estaduais, municipais e do Distrito Federal de produtos da agricultura familiar com recursos próprios dispensado de licitação, afim de atender as demandas alimentares da instituição. Esta modalidade faz aquisições de fabricação própria da agricultura familiar seja ‘in natura’ ou processado, desde que se cumpra com os requisitos de controle de qualidade vigentes.

Seu limite financeiro por unidade familiar/ano é R\$ 8.000,00, independente dos fornecedores participarem de outras modalidades do PAA.

3 | MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa realizada é de caráter exploratório e de natureza quali-quantitativo. Optou-se por escolher essa metodologia devido às facilidades na análise dos dados brutos através de instrumentos padronizados e neutros sem perder os traços ricos substanciais das análises qualitativas (BARROS e LEHFELD, 2000; GERHARDT e SILVEIRA, 2009).

Esta pesquisa faz parte do projeto de pesquisa intitulada “Segurança Alimentar: a intersetorialidade no Brasil” submetido à Comissão de Ética em Pesquisa na UFRRJ (COMEP/UFRRJ), seguindo os princípios éticos da Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, ao qual regulamenta os procedimentos de pesquisa envolvendo humanos, obtendo parecer favorável, conforme descrito no protocolo nº 797/2016.

A obtenção dos dados quantitativo e qualitativo foi realizada através da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Social de Cachoeiro de Itapemirim (SEMDES) – responsável pela administração do PAA no município de Cachoeiro de Itapemirim, assim como o relatório com os dados da aplicação do questionário estruturado com onze perguntas as instituições participantes para avaliação do programa. O período analisado é de 2015 e 2016, pois foi o período que ocorreu a aplicabilidade do PAA no município.

Os dados coletados foram agrupados por meses e grupo de alimentos, em seguida organizados por ano de atuação da política pública. A análise dos dados foi através do programa da Microsoft, o Excel, onde foram organizadas as informações e as análises estatísticas. As tabelas foram criadas no Microsoft Word, com valores absolutos e percentuais dos itens analisados. Os dados obtidos a partir dos questionários já vieram tabulados e organizados por temas prioritários no relatório da SEMDES sobre o PAA.

4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Programa de Aquisição de Alimentos dispõe de 16 grupos alimentícios comercializados, em Cachoeiro de Itapemirim são adquiridos 11 destes grupos alimentícios. Vale destacar que dos cinco grupos de alimentos não adquiridos três são de alta complexidade para os agricultores familiares locais, a saber, carnes, óleos e gorduras, e sucos e polpa de frutas, a dificuldade consiste na regularização da atividade. Essa dificuldade na comercialização ocorre principalmente com produtos beneficiados e foi observado em outros estudos casos como nos estados de Minas Gerais e Bahia (SANTOS et al., 2012) e no Paraná (DORETTO e MICHELON, 2007).

A informalidade da atividade econômica para os agricultores familiares é prática corriqueira, trata-se de uma atividade tradicional herdada que adquiriu a atribuição de informal a partir da regulamentação do setor e agora busca se adequar, mas esse processo requer tempo tendo em vista a burocracia e o auto custo econômico da implementação de estabelecimentos para o beneficiamento destes alimentos (WILKINSON e MIOR, 1999).

Em parâmetros nacionais os grupos alimentícios mais adquiridos no PAA são leite e derivados, hortaliças, frutas, e cereais e leguminosas (NEVES, 2018). E em Cachoeiro de Itapemirim esse padrão de comercialização é bem semelhante tendo no período estudado os produtos mais adquiridos as hortaliças (49,22t), os cereais e leguminosas (37,35t) e as frutas (31,95t).

	2015		2016		TOTAL	
	Recursos (USD\$)	Peso (t)	Recursos (USD\$)	Peso (t)	Recursos (USD\$)	Peso (t)
Açúcar e Doces	22.485,21	4,08	6.674,93	1,60	29.160,14	5,68
Aves e Ovos	8.937,18	7,08	4.742,67	3,76	13.679,85	10,84
Cereais e Leguminosas	21.214,35	36,85	152,53	0,50	21.366,88	37,35
Cocos, Castanhas e Nozes	2.290,80	8,10	1.227,97	4,30	3.518,78	12,40
Diversos	7.970,19	13,95	8.990,93	4,47	16.961,12	18,42
Farinhas, Féculas e Massas	0,00	0,00	1.066,13	0,43	1.066,13	0,43
Frutas	4.364,70	11,45	8.386,67	20,50	12.751,37	31,95

Hortaliças	5.169,26	7,57	24.214,40	41,65	29.383,66	49,22
Leite e Derivados	3.573,52	0,70	5.045,87	1,00	8.619,39	1,70
Panificados	7.029,68	1,24	15.872,53	2,85	22.902,21	4,09
Pescados	6.988,80	1,00	9.567,20	1,56	16.556,00	2,56
TOTAL	90.023,70	92,02	85.941,84	82,62	175.965,54	174,64

Tabela 1 - Grupos Alimentícios Adquiridos do Programa de Aquisição de Alimentos no período de 2015-2016 da Agricultura Familiar no município de Cachoeiro de Itapemirim/ES, 2017.

* USD\$ = R\$ 3,75

Fonte: SEMDES – PMCI. Cachoeiro de Itapemirim (2016)

No entanto, quando analisamos por ano notamos que em 2015 o produto mais comercializado foi cereais e leguminas com 36,85t, responsável por 40% das aquisições. Já em 2016 o produto mais comercializado foi a hortaliça com 41,65t (Tabela 1). É importante ressaltar que nesse período estudado a cidade de Cachoeiro de Itapemirim teve sua pior crise hídrica registrada na história, no ano de 2015 ocorreram dois decretos de emergência por falta de água. Compreende-se que por esse motivo a aquisição de cereais e leguminosas tenha diminuído, devido a característica cultura.

A aquisição do grupo açúcares e doces houve uma redução de aproximadamente 40% de 2015 para 2016 devido à dificuldade dos manipuladores de alimentos das instituições beneficiadas pelo programa em utilizar o mel nas preparações diárias e não somente como produto fitoterápico. O consumo de mel como produto fitoterápico está atrelado em 92% dos casos nas pesquisas realizadas por Dantas et al. 2009, Zamberlan e Santos 2010 e Santos et al. 2016, e entre as propriedades funcionais apontadas na pesquisa estava: o empregado como curativo para ferimentos e queimaduras, no tratamento de afecções das vias respiratórias, resfriados, gripes, distúrbios cardíacos e intestinais, doenças de pele, entre outros.

As doze instituições atendidas pelo programa são compostas por quatro orfanatos, três asilos, dois hospitais, um centro de atendimento a pessoas com deficiência, um centro de atendimento a pessoas soropositivas e pelo Banco de Alimento.

O relatório da avaliação do PAA pelas entidades beneficiadas apontou que: os alimentos ofertados pelo programa compõem de cinco ou mais dias em 67% das instituições; o PAA é a principal fonte de alimentos de hortifrúti (frutas, legumes e verduras) em 50% das instituições, pois somente 33% das instituições tem orçamento para a compra dessa categoria; quando questionadas sobre os benefícios que o programa ofertava a instituição itens como possibilidade de confecção de cardápio semanal, introdução de alimentos antes não consumidos, alimentação mais saudável e rica aos usuários da instituição, maior variedade e qualidade nutricional dos alimentos e possibilidade de confecção de cardápios variados foram elencados por 83% das instituições; e 60% informaram que houve um beneficiamento direto no estado nutricional de seu público.

Ao solicitar sugestões ou críticas ao programa as instituições explicitaram: aumento da oferta de tubérculos, pescado e verduras e diminuição de mel, reduzir a quantidade entregue de alimentos com baixo período de prateleira, e enfatizando a continuidade do programa, pois “[auxilia] a entidade na promoção da qualidade de vida das crianças e é o único meio de alimentação saudável [da instituição]” (trecho da retirado do relatório dos questionários).

O consumo de frutas e hortaliças pela população brasileira é considerado inferior à ingestão diária preconizada, que é de sete ou mais porções por dia, principalmente na população em situação de insegurança alimentar e nutricional (CASTRO, 2011; OYEBODE, 2014).

O consumo regular de frutas e hortaliças, na dieta humana, é considerada relevante, por ter funções de regulação do metabolismo e por ser um alimento ricos em vitaminas, minerais e fibras, fundamentais para o organismo humano. O consumo desses alimentos é incentivado para o combate as doenças crônicas não transmissíveis, como o câncer, doenças cardiovasculares, entre outras (MALTA et al., 2014).

O baixo consumo de frutas e hortaliças está atrelado as dificuldades econômicas desde público no acesso a produtos de hortifrúti, assim repercutindo negativamente sobre a segurança alimentar e nutricional das pessoas atendidas (LOPES et al., 2017).

Segundo Rochet et al. 2008 entre as diversas dificuldades das entidades filantrópicas está a ausência de padronização das demonstrações contábeis e planos de contas das entidades, ou seja, as instituições benfeicentes têm dificuldades em obter dinheiro para a manutenção do espaço e isso inclui também a alimentação, expondo esse público tão vulnerável a permanência da insegurança alimentar e nutricional.

Nas solicitações de acréscimo de ofertas de alimentos pelas instituições observamos que os grupos alimentícios de hortifrúti e pescado são prioritários, reforçando a dificuldade das instituições em fazer aquisições desses gêneros.

5 | CONCLUSÕES

O município de Cachoeiro de Itapemirim apresenta-se engajado no desenvolvimento de políticas públicas intersetoriais na promoção de SAN. O PAA na municipalidade é um programa novo, teve seu início em 2015, mas já traz resultados significativos nos relatos das entidades beneficiadas, de modo a garantir o acesso regular a alimentos de qualidade e saudáveis.

O Programa de Aquisição de Alimentos viabiliza o acesso regular a alimentos *in natura* e minimamente processados as entidades benfeicentes, de modo, que passam a ofertar um cardápio rico e saudável aos seus beneficiários, vulneráveis, assim trazendo segurança e estabilidade as instituições na oferta de alimentos, de modo, pois os produtos ofertados responsáveis pela base dos cardápios servidos. A melhoria nutricional dos atendidos pelas instituições beneficiadas também ficou evidenciado,

assim proporcionando uma dieta rica nutricionalmente afim de possibilitar a promoção de hábitos alimentares mais saudáveis, tendo assim uma melhora na qualidade de vida e na saúde.

As melhorias proporcionadas pelo programa não se restringem apenas as entidades beneficiadas, mas também aos agricultores familiares, pois foi a partir desse programa que passaram a ofertar produtos de modo regular as compras governamentais, gerando renda, possibilitando a melhoria da infraestrutura produtiva e também a promoção da segurança alimentar de suas famílias.

Infelizmente, com a assinatura da Medida Provisória nº 870 em 1º de janeiro de 2019 revoga artigos presentes na Lei Orgânica de Segurança Alimentar e Nutricional, que objetiva cumprir acordos internacionais e agendas nacionais na garantia do Direito Humano à Alimentação Adequada.

Essa Medida Provisória prevê o esvaziamento do Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA), um dos órgãos responsáveis pelo desenvolvimento de programas como o PAA. A inativação do CONSEA resulta em agendas progressista de promoção da segurança alimentar e nutricional, podendo levar o Brasil de volta ao mapa da fome.

REFERÊNCIAS

BARROS, A.J.S. e LEHFELD, N.A.S. **Fundamentos de Metodologia: Um Guia para a Iniciação Científica**. 2 Ed. São Paulo: Makron Books, 2000. 84p.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 7.775, de 4 de julho de 2012**. Regulamenta o art. 19 da Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003, que institui o Programa de Aquisição de Alimentos, e o Capítulo III da Lei nº 12.512, de 14 de outubro de 2011, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7775.htm.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 12.512, de 14 de outubro de 2011**. Institui o Programa de Apoio à Conservação Ambiental e o Programa de Fomento às Atividades Produtivas Rurais; altera as Leis nº 10.696, de 2 de julho de 2003, 10.836, de 9 de janeiro de 2004, e 11.326, de 24 de julho de 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/lei/l12512.htm.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.696, de 2 de julho de 2003**. Dispõe sobre a repactuação e o alongamento de dívidas oriundas de operações de crédito rural, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.696.htm.

CASTRO, F.T. **Comércio de Frutas e Hortaliças em prol da Segurança do Alimento em Comunidades da Zona Oeste do Rio de Janeiro (RJ)**. Tese (doutorado). *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, 2011. 192p.

CHMIELEWSKA, D. **The Social Significance of the Policy Process: The Case of the Program of Acquisition of Food from Family Agriculture (PAA) in Araraquara, São Paulo State, Brazil**. Wagenigen University (Dissertação de Mestrado) 138 p., 2009. Disponível em <<http://edepot.wur.nl/5509>>, acessado em 14 de julho de 2017.

DANTAS, P.C.; CORREIA-OLIVEIRA, M.E.; PODEROSO, J.C.M.; GONÇALVES, F.B.; FERREIRA, A.F.; RIBEIRO, G.T.; ARAÚJO, E.D. Preferências da população da Região Metropolitana da Grande Aracaju (SE), sobre o consumo de produtos apícolas. **Scientia Plena**. v. 5 [12], p.1-12, 2009.

DIAS, T.F.; NUNES, E.M.; TORRES, F.L.; TORRES, A.C.M. O Programa de Aquisição de Alimentos da Agricultura Familiar (PAA) como Estratégia de Inserção Socioeconômica: O Caso do Território da Cidadania Sertão do Apodi (RN). **G&DR**. v. 9 [3], p. 100-129, 2013.

DORETTO, M.; MICHELLON, E. **Avaliação dos Impactos Econômicos, Sociais e Culturais do Programa de Aquisição de Alimentos no Paraná**. Instituto Agronômico do Paraná, 2007. Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zippdf/avali_mpact_econo.pdf.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. 120p.

LOPES, A.C.S.; MENEZES, M.C.; ARAÚJO, M.L. O ambiente alimentar e o acesso a frutas e hortaliças: “Uma metrópole em perspectiva”. **Saúde Soc.** v.26, n.3, p.764-773, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v26n3/0104-1290-sausoc-26-03-00764.pdf>.

MALTA, D.C.; ANDREAZZI, M.A.R.; Oliveira-Campos, M.; ANDRADE, S.S.C.A.; SÁ, N.N.B.; MOURA, L.; DIAS, A.J.R.; CRESPO, C.D.; JUNIOR, J.B.S. Trend of the risk and protective factors of chronic diseases in adolescents, National Adolescent School-based Health Survey (PeNSE 2009 e 2012). **REV BRAS EPIDEMIOL SUPPL PeNSE**. p.77-91, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/pd/rbepid/v17s1/pt_1415-790X-rbepid-17-s1 00077.pdf.

NEVES, D.C.G. Análise de Políticas Públicas Intersetoriais de Fortalecimento da Agricultura Familiar e de Segurança Alimentar e Nutricional no Brasil e o Caso de um município do Espírito Santo. 2018. 104p. Dissertação (Mestrado em Práticas de Desenvolvimento Sustentável). **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro**, Seropédica, RJ, 2018.

OYEBODE O.; GORDON-DSEAGU, V.; WALKER, A.; MINDELL, J. S. Fruit and vegetable consumption and all-cause, cancer and cvd mortality: analysis of health survey for england data. **J Epidemiol Community Health**. p. 1–7, 2014 Disponível em: <http://press.psprintings.co.uk/jech/march/jech203500.pdf>.

RIBEIRO, A.L.P.; CERATTI, S.; BROCH, D.T. Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e a Participação da Agricultura Familiar em Municípios do Rio Grande do Sul. **Revista Gestão e Desenvolvimento em Contexto**. v.1, p. 36-49, 2013.

ROCHET, J.; JACCOUD, L.; EL-MOOR, P.D. Assistência Social e Segurança Alimentar e Nutricional. **Repositório do Conhecimento do IPEA**. v. 16, 2008. 28p. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/4361>

SANTOS, A.R.; VIEIRA, N.S.; FERREIRA, P.R.; CASTRO, T.T.S. Agricultura Familiar e Segurança Alimentar e Nutricional: Análise dos Resultados do Programa de Aquisição de Alimentos (PAA Doação Simultânea) nos Estados da Bahia e Minas Gerais. **Caderno Gestão Social**. v. 3 [1], p. 9-24, 2012.

SANTOS, R.S.; MEDEIROS, R.L.S.; FRANÇA, D.S.; FREIRE, J.M. Perfil e Preferências Sustentáveis em Consumir Produtos Apícolas em Localidades do Agreste Paraibano. **Anais do Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia**, 2016.

SEAD. Secretaria Especial da Agricultura Familiar e Desenvolvimento Agrário. **Modalidades do PAA**, 2017. Disponível em: <http://www.mda.gov.br/sitemda/secretaria/safpaa/modalidades-do-paa>.

TABAII, K. C Políticas de segurança alimentar e saúde pública. In: Lucia A.V. Sartorio (Org.) **Sustentabilidade: qualidade de vida, economia solidaria e educação**. Editora Entorno. Nova Iguacu, p. 137-156, 2018.

WILKINSON, J.; MIOR, L.C. Setor Informal, Produção Familiar e Pequena Agroindústria: Interfaces. **Estudos Sociedade e Agricultura**. n.13, p. 29-45, 1999.

PROGRAMA DE CAPACITAÇÃO EM BOAS PRÁTICAS NO ÂMBITO ESCOLAR

Simone de Castro Giacomelli

Programa de Pós Graduação em Nutrição,
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Florianópolis – Santa Catarina

Ana Lúcia de Freitas Sacco

Programa de Pós Graduação em Ciências da
Saúde e da Vida, Universidade Franciscana
(UFN)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

Maritiele Naissinger da Silva

Programa de Pós Graduação em Ciência e
Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal
de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul – Rio Grande do
Sul

Adriane Rosa Costódio

Programa de Pós Graduação em Gerontologia
pela Universidade Federal de Santa Maria
(UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

Claudia Cristina Winter

Nutricionista na Instituição Beneficente Lar de
Mirian e Mãe Celita
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Luisa Helena Hecktheuer

Programa de Pós Graduação em Ciência e
Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal
de Santa Maria (UFSM)

Santa Maria – Rio Grande do Sul

elaborar, aplicar e avaliar um Programa de Capacitação em Boas Práticas Nutricionais (BPN), Boas Práticas de Manipulação (BPM) e Boas Práticas Sustentáveis (BPS) para o âmbito escolar. Participaram gestores, responsáveis e colaboradores da alimentação escolar, proprietários e colaboradores de cantinas escolares. Utilizou-se a estratégia metodológica expositivo-dialogada como ferramenta de ensino para as capacitações. Foram avaliados os conhecimentos prévios e adquiridos dos participantes por meio de uma ficha de avaliação. Também foram avaliados itens como programação, organização, conteúdo, recursos e dinâmicas utilizadas. Para descrever as variáveis do perfil dos participantes, frequências absolutas e relativas foram utilizadas. Para a avaliação de conhecimento antes e depois do Programa de Capacitação em Boas Práticas, o Teste T Pareado foi empregado e, para análise das capacitações utilizou-se frequência simples. As análises foram realizadas no programa SPSS versão 18.0, com 5% de significância. O programa teve uma boa adesão, mais da metade das escolas convidadas tiveram representação nas capacitações, em pelo menos um dos módulos disponíveis. Houve um aumento significativo no percentual de acertos após as capacitações quando comparadas a avaliação anterior, em todos os módulos. Dentre as questões avaliadas observou-se que

RESUMO: Este estudo teve por objetivo

os participantes tiveram maior dificuldade sobre estratégias para as BPN, tipos de perigos nos alimentos e conceito de BPS. O Programa de Capacitação foi eficiente para os envolvidos com a alimentação na escola.

PALAVRAS-CHAVE: Alimentação escolar. Cursos de capacitação. Educação Alimentar e Nutricional. Manipulação de alimentos. Sustentabilidade.

ABSTRACT: The objective of this study was to elaborate, apply and evaluate a Training Program in Good Nutritional Practices (GNP), Good Handling Practices (GHP) and Good Sustainable Practices (GSP) for the school environment. Participants were school managers, those responsible for the school food and collaborators, owners and collaborators of school canteens. The expository-dialogic methodological strategy was used as a teaching tool for the training sessions. Prior and acquired knowledge of the participants was assessed through an evaluation form. Items such as programming, organization, content, resources and used dynamics were also evaluated. To describe the variables of the participants' profile, absolute and relative frequencies were used. The paired T-test was employed for the evaluation of knowledge before and after the Good Practice Training Program, and simple frequency was used to analyze the training. The analyses were performed in the SPSS program version 18.0, with 5% significance. The program had a good adhesion; more than half of the invited schools were represented in the training, in at least one of the modules available. There was a significant increase in the percentage of hits after the training compared to the previous evaluation throughout the modules. Among the evaluated questions, it could be observed that the participants had a greater difficulty in strategies for GNP, types of food hazards and GSP concept. The Training Program was effective for those involved with school feeding.

KEYWORDS: School Feeding. Training Courses. Food and Nutrition Education. Food Handling. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Para que a alimentação seja de qualidade, devem ser considerados os aspectos sanitários, nutricionais, sensoriais, culturais e sustentáveis ao ambiente (PREZOTTO, 2002). Tendo em vista o desenvolvimento de ações de educação nutricional voltadas para a construção da segurança alimentar e nutricional, enfatiza-se a escola como um espaço estratégico de vivência e de formação para hábitos saudáveis (WEFFORT et al., 2011).

Diante das mudanças no perfil epidemiológico e do padrão alimentar da população brasileira, com preocupantes reflexos na população infantil, verifica-se a necessidade de colocar em prática medidas factíveis de promoção da alimentação saudável, destacando-se o espaço e o ambiente da escola (BERNARDON et al., 2009).

Somado a isso, há registro médio de 694 surtos/ano de Doenças Transmitidas

por Alimentos (DTA) de 2000 a 2017 e desses, 8,6% ocorrem em escolas/creches, sendo que essas instituições de ensino ocupam o quarto lugar no ranking de ocorrência de DTA (BRASIL, 2018).

Salienta-se que possibilitar o acesso à informação torna-se fundamental na melhoria das condições de vida da população. A informação é qualificada como um instrumento modificador da consciência do homem, e a informação ambiental pode contribuir para mudanças de condutas e comportamentos, tendo papel fundamental na preservação do meio ambiente (TAVARES; FREIRE, 2003).

A conscientização a respeito da extensão do problema das práticas inapropriadas na alimentação, dos métodos de manipulação insegura dos alimentos e da degradação dos recursos ambientais, bem como todas as suas implicações para a saúde do ser humano, é o primeiro passo que deve ser dado para atingir resultados satisfatórios no que se refere às Boas Práticas, para tanto, capacitações educacionais são primordiais.

Nessa perspectiva, o objetivo deste estudo foi elaborar, aplicar e avaliar um Programa de Capacitação em Boas Práticas Nutricionais, Boas Práticas de Manipulação e Boas Práticas Sustentáveis para o âmbito escolar.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O Programa de Capacitações em Boas Práticas foi desenvolvido em três módulos: Boas Práticas Nutricionais (BPN), Boas Práticas de Manipulação (BPM) e Boas Práticas Sustentáveis (BPS). Realizaram-se as capacitações com carga horária de 4 horas para cada módulo, totalizando 12 horas de formação teórica, concentrada na melhoria do conhecimento. Foram disponibilizadas turmas nos três turnos (manhã, tarde e noite) para cada módulo, a fim de facilitar a participação dos interessados. O conteúdo programático incluiu:

- Módulo I – BPN: Alimentação saudável; Alimentos industrializados; Boas Práticas Nutricionais (redução açúcar, sódio e gordura); Rotulagem nutricional dos alimentos; Lei das cantinas escolares;
- Módulo II – BPM: Contaminação de alimentos; Perigos nos alimentos; Doenças Transmitidas por Alimentos; Higiene pessoal, ambiental e alimentar; Regras para manipulação segura.
- Módulo III – BPS: Consumo consciente de água e energia; Descarte adequado de resíduos sólidos e óleo; Utilização de alimentos regionais; Oficina prática sobre aproveitamento integral dos alimentos.

Utilizou-se a estratégia metodológica de ensino expositivo-dialogada como ferramenta de ensino (ANASTASIOU; ALVES, 2012), tendo-se como material facilitador da aprendizagem o recurso visual projetor multimídia. Procurou-se instigar a participação do público envolvido, em que puderam explanar suas vivências, carências e dúvidas em relação aos temas propostos. Vídeos, recortes do filme “Muito além

do peso" (RENNER, 2012), dinâmicas e embalagens de alimentos industrializados comumente comercializados nas cantinas escolares também foram utilizadas.

No módulo BPS foi ofertada uma oficina prática sobre Aproveitamento Integral dos Alimentos ministrado pela nutricionista responsável pelo Programa Cozinha Brasil do Serviço Social da Indústria – SESI. Foram desenvolvidas duas receitas com aproveitamento integral, bolo nutritivo de abobrinha e suco com casca de mamão, os quais foram degustados pelos participantes. Foram distribuídas outras receitas do SESI Cozinha Brasil.

Para analisar o conhecimento prévio e o adquirido pelos participantes, foram realizadas avaliações pré e pós capacitações, seguindo a metodologia de Silva et al. (2015). Elaborou-se uma ficha de avaliação, a qual continha cinco questões fechadas e uma aberta para o módulo BPN, e as dos outros módulos (BPM e BPS) continham seis questões fechadas. Os participantes responderam as mesmas questões antes e depois das capacitações.

Os participantes avaliaram cada módulo oferecido, quanto à programação; organização; conteúdo/temas abordados; recursos e dinâmicas utilizadas; atendimento aos questionamentos; classificação da capacitação no geral. Para cada item deveriam assinalar uma das seguintes opções: Péssimo; Ruim; Razoável; Bom; Muito Bom. Ainda continha o questionamento "O módulo satisfez suas expectativas?", com respostas "Sim" e "Não" e um espaço aberto destinado para críticas ou sugestões.

Foram convidados a participar do Programa de Capacitações, os gestores e manipuladores de alimentos das 18 cantinas escolares participantes de um estudo sobre avaliação e promoção de boas práticas em cantinas escolares, e todos os gestores e manipuladores de alimentos da alimentação escolar das 126 escolas públicas estaduais e municipais de educação básica de um município da região central do Rio Grande do Sul, Brasil. O convite e as inscrições para o Programa foram realizados via Secretaria Municipal de Educação (SMED) e 8^a Coordenadoria Regional de Educação (8^a CRE) para os participantes das escolas públicas. Para os participantes das escolas particulares e cantinas terceirizadas, o convite e as inscrições foram realizadas por meio de visitas nas escolas, realizadas pelos pesquisadores. O Programa ocorreu nos meses de setembro e outubro de 2013, em um auditório de uma universidade do município e na sala disponível para as oficinas no SESI. Todos os indivíduos presentes receberam atestados de participação.

Este estudo faz parte de uma pesquisa do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria/RS. O estudo atendeu aos princípios da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM sob o parecer 14883613.8.0000.5346. Todos os responsáveis pelas cantinas assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Para descrever as variáveis qualitativas do perfil dos participantes foram utilizadas frequências absolutas e relativas. Para a análise da avaliação de conhecimento antes

e depois do Programa de Capacitação em Boas Práticas, o Teste T Pareado foi empregado e, para análise da avaliação geral dos módulos das capacitações utilizou-se frequência simples. O nível de significância adotado em todas as análises foi de 5% e foram realizadas no programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 18.0.

3 | RESULTADOS

O programa de capacitações teve uma boa adesão, 50,0% das escolas estaduais, 69,8% das escolas municipais e 85,7% das escolas particulares convidadas tiveram representação nas capacitações, em pelo menos um dos módulos disponíveis.

3.1 Perfil dos participantes das capacitações

Dos 152 indivíduos que responderam aos itens referentes ao perfil dos participantes, 56 (36,8%) tinham idade entre 40 a 49 anos, 144 (94,7%) eram do sexo feminino. Em relação à escolaridade, a maioria dos indivíduos, 44 (28,9%), referiu ter cursado o ensino médio e 48 (31,6%) não responderam a este questionamento.

Ao serem questionados sobre a participação em cursos, 31 (20,4%) referiram ter realizado curso sobre “higiene de alimentos” e 38 (25,0%) sobre “alimentação saudável” (resultados não apresentados em tabela).

Em relação ao perfil de trabalho (vínculo na escola, tipo de contratação, função/cargo e atividade que desempenha na cozinha) dos colaboradores e gestores participantes, observou-se que a maioria do público tinha vínculo com a alimentação escolar, desempenhando a atividade de cozinhar e eram servidores públicos concursados (Tabela 1).

O fato da maioria dos participantes possuir vínculo com alimentação escolar é explicado porque todas as escolas públicas municipais e estaduais do município foram convidadas. Os indivíduos que responderam “outro” fazem parte da gestão pública do município, como integrantes da 8^a Coordenadoria Regional de Educação, estagiários de nutrição da Prefeitura Municipal, bem como professores convidados e convocados pelos próprios gestores das escolas, tanto públicas, quanto particulares.

Apesar de somente 14,4% terem referido a sua função na cantina da escola, acrescenta-se que esse resultado é satisfatório, pois representantes de todas as 18 cantinas participantes do projeto se fizeram presente em pelo menos um dos três módulos.

Dos indivíduos que responderam sobre a atividade desempenhada nas cozinhas, tanto da alimentação escolar quanto das cantinas, observou-se que a maioria exerce, em ordem decrescente, as atividades de cozinhar, servir e limpar (Tabela 1).

Vínculo	
Alimentação escolar	97 (63,8)
Cantina	14 (9,2)
Ambos	11 (7,2)
Outro	24 (15,8)
Não respondeu	9 (5,9)
Tipo de contratação	
Servidor público concursado	84 (55,3)
Contratado pela escola	30 (19,7)
Terceirizado	15 (9,9)
Contratado pela cantina	6 (3,9)
Outro	8 (5,3)
Não respondeu	10 (6,6)
Função/Cargo	
Trabalha na alimentação escolar	78 (51,3)
Diretor ou vice-diretor da escola	35 (23,0)
Trabalha na cantina	16 (10,5)
Proprietário da cantina	6 (3,9)
Outro	24 (15,8)
Não respondeu	5 (3,3)
Atividade que desempenha na cozinha	
Cozinha	61 (40,1)
Serve	48 (31,6)
Limpa	27 (17,8)
Não trabalha na cozinha	13 (8,6)
Outro	8 (5,3)
Não respondeu	57 (37,5)

Tabela 1 – Perfil do trabalho dos participantes do Programa de Capacitações em Boas Práticas no âmbito escolar, município da região central do Rio Grande do Sul, Brasil, 2013, (n=152).

Os resultados estão apresentados em n(%). Os participantes poderiam marcar mais de uma opção em cada um dos itens do perfil.

3.2 Avaliação do conhecimento – módulos BPN, BPM, BPS

No módulo sobre Boas Práticas Nutricionais, 138 indivíduos participaram, porém 108 responderam à avaliação de conhecimento antes e depois da capacitação. No módulo Boas Práticas de Manipulação houve participação de 109 indivíduos e 77 responderam a avaliação de conhecimento e, no módulo Boas Práticas Sustentáveis, dos 95 participantes, 87 responderam à avaliação de conhecimento antes e depois da capacitação. Essas perdas podem ser explicadas pelo fato de que alguns participantes não se mostraram dispostos a responder a avaliação após a capacitação, tendo em vista que esta foi disponibilizada no encerramento de cada módulo da formação.

Percebeu-se que houve uma melhora significativa no percentual de acertos após as capacitações quando comparadas a avaliação anterior, em todos os módulos do Programa de Capacitações, conforme a Tabela 2.

Analizando as questões da avaliação do conhecimento, antes e depois da

capacitação do módulo BPN (Tabela 2), enfatiza-se a questão número 1, que houve satisfatório aumento no percentual de acertos, demonstrando que boa parte dos indivíduos compreendeu o conceito de Boas Práticas Nutricionais, o que é de extrema importância para a oferta de alimentos saudáveis nas escolas. Mais de 20% dos participantes não souberam responder adequadamente sobre as estratégias de BPN no âmbito escolar, mesmo após a capacitação. Este é um ponto que pode ser mais trabalhado em capacitações futuras.

No módulo BPM a questão número 4 (Um brinco pequeno encontrada no alimento é um perigo?) foi a que apresentou maior diferença no percentual de acertos antes e depois. Isso pode ser explicado por ser um questionamento mais técnico, a terminologia “perigo” não é muito utilizada no cotidiano do público envolvido. Avalia-se que o conceito sobre “alimento seguro” tem potencial de ser mais discutido e trabalho junto ao grupo, pois 17% dos participantes ainda tiveram dificuldade nesta definição, mesmo após a capacitação. Quanto ao uso de touca, pode-se constatar que os participantes já tinham um bom conhecimento prévio sobre a importância da utilização desta peça do uniforme (Tabela 2).

No módulo de BPS, as questões de número 1 e 6 tiveram maior diferença no percentual de acertos antes e depois (Tabela 2). Acredita-se que pelo fato de que o termo “Boas Práticas Sustentáveis” esteja se incorporando aos poucos na sociedade, os participantes tenham se equivocado com os conceitos das BPM, visto que, muitos deles assinalaram o conceito do módulo anterior (BPM). Mais um fato que deixa claro a importância da divulgação dos conceitos e assuntos que abordam as BPS, bem como da realização de capacitações e cursos sobre essa temática.

Módulo I – Boas Práticas Nutricionais (n=108)			
Questão	% acertos Antes	% acertos Depois	p*
1. O que são Boas Práticas Nutricionais	78,7	92,6	
2. O que influencia na construção dos hábitos alimentares dos alunos	63,9	88,0	
3. Marque os alimentos que devem ser ofertados aos alunos no ambiente escolar de acordo com as Boas Práticas Nutricionais	94,4	96,3	0,042*
4. São estratégias das Boas Práticas Nutricionais	65,7	76,9	
5. Marque as doenças que estão aumentando nas crianças e adolescentes em função dos hábitos alimentares inadequados	91,7	97,2	
Total/Geral	78,8	90,2	

Módulo II – Boas Práticas de Manipulação (n=77)			
Questão	% acertos Antes	% acertos Depois	p*

1. O que são Boas Práticas de Manipulação?	79,2	92,2	
2. Para você, o que é um alimento seguro?	74,0	83,1	
3. Porque todas as pessoas que entram na cozinha devem utilizar touca?	98,7	98,7	
4. Um brinco pequeno encontrada no alimento é um perigo?	70,1	96,1	0,015*
5. É considerado manipulador de alimentos?	80,5	94,8	
6. Um uniforme adequado para manipuladores de alimentos, deve conter?	83,1	96,1	
Total/Geral	80,9	93,5	

Módulo III – Boas Práticas Sustentáveis (n=87)			
Questão	% acertos Antes	% acertos Depois	p*
1. O que são Boas Práticas Sustentáveis?	52,9	81,6	
2. Qual das alternativas está correta para economizar energia?	81,6	96,6	
3. Qual é a maneira correta de descartar o óleo de cozinha?	81,6	97,7	
4. No momento da compra dos alimentos , o que se deve levar em consideração para agir de maneira sustentável?	93,1	98,9	0,019*
5. Sobre aproveitamento integral dos alimentos:	93,1	94,3	
6. Quais são os seis (6) “R” das atitudes sustentáveis?	57,5	86,2	
Total/Geral	76,6	92,5	

Tabela 2 - Percentual de acertos antes e depois da avaliação do Programa de Capacitações em Boas Práticas no âmbito escolar dos módulos BPN, BPM e BPS, município da região central do Rio Grande do Sul, Brasil, 2013.

Teste T Pareado, *p<0,05

3.3 Avaliação da satisfação dos participantes

Em relação à análise da avaliação da satisfação dos participantes quanto aos módulos das capacitações, dentre as cinco opções disponíveis, percebeu-se que os maiores percentuais em todos os módulos ficaram entre “Bom” e “Muito Bom”. A melhor avaliação nos módulos BPN e BPM foi referente ao conteúdo/temas abordados, enquanto no módulo BPS foi o atendimento aos questionamentos, conforme a Tabela 3. Salienta-se que as alternativas, “Péssimo” e “Ruim” não foram respondidas pelos participantes, por esse motivo, não constam na Tabela 3.

Itens avaliados	BPN n=108				BPM n=77				BPS n=87			
	R	B	MB	NR	R	B	MB	NR	R	B	MB	NR
Programação	0,9	12,0	80,6	6,5	0,0	10,4	84,4	5,2	0,0	16,1	81,6	2,3
Organização	0,0	13,0	76,8	10,2	0,0	9,1	85,7	5,2	0,0	12,6	85,1	2,3
Conteúdo/temas abordados	0,9	6,5	81,5	11,1	0,0	6,5	88,3	5,2	0,0	11,5	86,2	2,3
Recursos/dinâmicas utilizadas	0,0	13,0	75,9	11,1	0,0	9,1	85,7	5,2	0,0	11,5	85,1	3,4
Atendimento aos questionamentos	0,9	10,2	78,7	10,2	0,0	6,5	85,7	7,8	0,0	6,9	90,8	2,3

Tabela 3 – Avaliação dos módulos BPN, BPM e BPS do programa de Capacitações em Boas Práticas no âmbito escolar, município da região central do Rio Grande do Sul, Brasil, 2013.

Resultados apresentados em %. Legenda: R: Razoável; B: Bom; MB: Muito Bom; NR: Não respondeu.

Ainda em relação à análise do Programa de Capacitações, percebeu-se que o mesmo foi satisfatório ao público, pois ao serem questionados se “o módulo satisfez suas expectativas” 91,7%, 94,7% e 95,4% responderam que “Sim” nos módulos BPN, BPM e BPS respectivamente.

4 | DISCUSSÃO

De acordo com os resultados desse estudo, observa-se a predominância do sexo feminino nas capacitações, consequentemente, ocorre a preponderância da mulher nas atividades vinculadas a alimentação na escola. Corroborando com Ribeiro e Schimidt (2007), os quais verificaram que os manipuladores de alimentos de escolas de Viamão/RS, Brasil, eram do sexo feminino na sua totalidade.

Observando as funções desempenhadas pelos participantes, o que merece atenção é que 23% do público era formado por gestores das escolas, resultado satisfatório, visto que o comprometimento da gestão escolar é fundamental para o adequado desenvolvimento das atividades dos manipuladores de alimentos das escolas e das cantinas, bem como um incentivo para dar continuidade em trabalhos nas escolas.

A formação de gestores pode ser eficaz para a redução de problemas de segurança do alimento, é um precursor necessário para a implementação de práticas seguras no local de trabalho (EGAN et al., 2007). Nesse cenário, cabe salientar a necessidade de programas de formação para os manipuladores de alimentos, tanto da alimentação escolar, como das cantinas, uma vez que são profissionais de educação e contribuem no ambiente escolar para o processo educativo das crianças e dos adolescentes (LEITE et al., 2011).

Percebe-se que 25,0% e 20,4% dos indivíduos referiram ter realizado curso sobre “higiene de alimentos” e “alimentação saudável”, respectivamente. Esse resultado demonstra baixa capacitação desse público nos temas propostos, o que indica a importância das atividades de capacitação realizadas. Para Amorin et al. (2012) um processo de informação e formação da comunidade escolar dentro de uma perspectiva de conquista de cidadania é fundamental. Isso ainda pode ser confirmado, diante as colocações dos participantes no módulo II, ao afirmarem que ocorreram algumas mudanças de hábitos alimentares nas suas casas, que as escolhas na compra dos alimentos passaram a ser refletidas após a discussão em torno das temáticas do módulo BPN.

Nesta perspectiva, estudos sugerem que capacitações também são necessárias para a promoção de hábitos alimentares saudáveis, e que devem ser proporcionadas a diversos atores do universo escolar (BERNARDON et al., 2009; YOKOTA et al., 2010).

Nessa conjuntura, a Resolução nº 26, de 17 de junho de 2013, aponta sobre a importância da adoção de medidas que garantam a oferta de uma alimentação saudável e adequada, tanto sob a perspectiva nutricional quanto a higiênico sanitária nas escolas. Dentre as medidas, destaca-se a formação de indivíduos envolvidos com a alimentação escolar (BRASIL, 2013).

A legislação sanitária federal brasileira utiliza o termo capacitação, destaca que todos os manipuladores de alimentos deve ser capacitados no mínimo nas seguintes temáticas: higiene pessoal, manipulação higiênica de alimentos e DTA (BRASIL, 2004). Entretanto tem-se utilizado atualmente os termos formação (BRASIL, 2013) e qualificação (BRASIL, 2012).

Outros estudos acrescentam os maus hábitos alimentares de educandos, em que os alimentos preferidos comprados em cantinas escolares pelas crianças e adolescentes são ricos em energia, açúcares, gordura e sal, como salgados, sucos, refrigerantes e balas (ZANCUL; DEL FABRO, 2007; SÁ et al., 2009). Para tanto, torna-se fundamental a identificação dos alimentos que mais contribuem para o consumo de açúcar, gordura saturada, gordura *trans* e sódio, seja pelo consumo frequente ou pela quantidade elevada desses nutrientes em determinada preparação (BRASIL, 2012). O guia alimentar para a população brasileira aponta que para uma alimentação adequada e saudável, a base da alimentação deve ser composta por alimentos *in natura* ou minimamente processados, enquanto que o consumo de alimentos ultraprocessados deve ser evitado (BRASIL, 2014).

Neste sentido, destacam-se os serviços de alimentação presentes nas escolas, o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) e as Cantinas. O PNAE está presente na totalidade das escolas públicas do país como um serviço ao qual poderiam ser incorporadas estratégias de intervenção, com vistas ao reconhecimento e consolidação de hábitos alimentares saudáveis.

Adicionado a isso, o Ministério da Saúde lançou o Manual das Cantinas Escolares Saudáveis – Promovendo a Alimentação Saudável (BRASIL, 2010) com a intenção de auxiliar os donos destes estabelecimentos a implantar a cantina escolar saudável. Evidencia-se o dono da cantina como uma figura central para a construção coletiva de ações de promoção da saúde e, para a manutenção das ações, o treinamento constante dos colaboradores da cantina é uma das orientações.

Em um estudo que avaliou a eficácia da realização de capacitações sobre alimentação saudável com educadoras de creches, constatou-se que houve significante melhora na alimentação das crianças após os cursos e, principalmente na mudança dos hábitos culturais das educadoras responsáveis pela alimentação das mesmas, além de destacar a importância da supervisão contínua (LONGO-SILVA et al., 2013).

Apesar das políticas e incentivos à adoção da alimentação saudável nas escolas, faltam esclarecimentos e ensinamentos voltados para os educadores, responsáveis pela alimentação escolar e proprietários de cantinas, que na maioria das vezes desconhecem a existência de legislações específicas e sua importância no contexto saúde do estudante.

Além dessa temática, as legislações brasileiras também estabelecem que o manipulador de alimentos deve ser periodicamente capacitado no que se refere a manipulação de alimentos, higiene pessoal e DTA (BRASIL, 2004; RIO GRANDE DO SUL, 2009). Somado a isso, considerando a intensa manipulação de alimentos perecíveis e ao grande número de escolares a que essa alimentação se destina, é preciso que os manipuladores de alimentos, tanto das cozinhas quanto das cantinas, recebam capacitações constantes, envolvendo principalmente aspectos relacionados à higiene pessoal, ambiental e do alimento (DANELON; SILVA, 2007; CUNHA; STEDEFELDT; ROSSO, 2012). Além disso, é fundamental que os manipuladores de alimentos tenham a consciência da sua importância na produção de alimentos de boa qualidade.

Um estudo realizado nas cantinas escolares em Porto Velho/RO, Brasil, detectou que a realização de apenas uma capacitação com os manipuladores e proprietários não trouxe mudanças significativas para os locais em relação às questões de higiene e manipulação. No entanto a realização de capacitação deixa os participantes motivados para prática de acompanhamentos contínuos (AGUIAR et al., 2011).

Nem sempre as deficiências nas condições higiênico-sanitárias são causadas por falta de recursos financeiros, mas sim por falta de informações, sendo que o investimento em capacitações e supervisão do pessoal envolvido na manipulação de alimentos é a melhor, mais fácil e menos onerosa alternativa para a garantia das adequadas condições higiênicas e sanitárias (OLIVEIRA; BRASIL; TADDEI, 2008). Capacitações periódicas para manipuladores de alimentos das escolas são essenciais para garantir o conhecimento sobre segurança dos alimentos e para que eles tenham uma maior percepção de risco de DTA (CUNHA; STEDEFELDT; ROSSO, 2012).

Adicionado a esse contexto, no módulo de BPS enfatizou-se a importância da aderência das regras sustentáveis no cotidiano das atividades dos participantes. Neste módulo houve um grande número de questionamentos, pois além de tratar-se de um assunto que aborda regras simples para a preservação do meio ambiente, também gera certa polêmica em alguns debates. Como por exemplo, a necessidade de expor material ilustrativo solicitando o fechamento das torneiras quando não utilizadas, o que não deveria ser preciso, se partisse das atitudes de cada indivíduo.

Silva et al. (2015) desenvolveram um programa de BPS, implantaram e capacitaram manipuladores de seis serviços de alimentação, entre as medidas abordadas podem ser citadas: consumo consciente da água, de energia, descarte adequado dos resíduos sólidos e óleo de cozinha, aproveitamento integral dos alimentos e aquisição de produtos regionais. O programa de capacitação utilizado no

estudo citado foi considerado efetivo, porém melhores resultados são perceptíveis a longo prazo, além de que as autoras referem que é evidente que pequenas atitudes contribuem para o bom andamento de um BPS.

Apesar da amplitude do conceito de sustentabilidade, é impossível realizar estratégias no âmbito da educação alimentar e nutricional do escolar sem agir neste cenário. Nesta dialógica, acrescenta-se a educação pela sustentabilidade, já que ações aparentemente simples e de poucos impactos, quando tomadas por um grande número de pessoas, tornam essa temática uma realidade palpável, podendo, portanto, serem incluídas nas temáticas relacionadas as BPS no âmbito escolar. Para Gallo et al., (2012), a sustentabilidade é a ponte dialógica entre a saúde, o ambiente e a economia, representada pela possibilidade do desenvolvimento sustentável. Assim, serviços de alimentação (alimentação escolar e cantinas) e gestão ambiental, educação ambiental, consumo sustentável, aproveitamento integral dos alimentos e desperdício são temáticas entrelaçadas que podem ser refletidas e discutidas no cenário escolar. Ademais, só será possível a implementação de ações para promover o consumo e a produção sustentável, pelo incremento das iniciativas educacionais (FURRIELA, 2001).

Para Veiros e Proença (2010), a não adequação das práticas sustentáveis traz reflexos negativos ao ambiente, considerando-se a geração de resíduos sólidos e o descarte inadequado destes, e o desperdício de água e energia. Desse modo, todo local que manipula alimentos deve adotar práticas que reduzam os impactos ambientais, contribuindo para preservação dos recursos naturais (COSTELLO et al., 2009).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, ações educativas voltadas à conscientização em relação ao consumo sustentável e às suas responsabilidades com esse assunto, devem ser desenvolvidas. Além disso, é necessário que sejam elaborados e implementados planos de produção e consumo sustentável, bem como atividades de capacitação (BRASIL, 2012).

Neste contexto, as BPN, BPM e BPS apresentaram inúmeros questionamentos por parte dos participantes, o que demonstrou interesse dos mesmos nos módulos e que houve boa aceitação das capacitações. Esse dado é confirmado ao observar que mais de 90% dos participantes afirmaram que os módulos satisfizeram as expectativas.

Os dados apresentados indicam que o Programa de Capacitações teve resultados satisfatórios tanto no desenvolvimento das capacitações, nos quesitos estruturais, organizacionais e metodológicos (Tabela 3), bem como na avaliação de conhecimentos adquiridos em todos os módulos (Tabela 2), o que vai de encontro com as propostas metodológicas de Schmitz et al. (2008) e Leite et al. (2011).

Medeiros et al. (2011) realizaram uma revisão sistemática a respeito das estratégias metodológicas adotadas pelos programas de formação em serviços de alimentação e perceberam que o método de avaliação mais utilizado foi do tipo pré e pós intervenção. A evolução de acertos evidencia a efetividade da estratégia de educação adotada, sugerindo uma relação positiva entre o nível de conhecimento

antes e depois da atividade educativa (ALVES; MELO; MELO, 2009).

Nesse contexto, salienta-se que a avaliação da capacitação, o conteúdo e a comunicação visual são muito importantes e, além disso, apoio administrativo, disponibilidade de ferramentas e motivação antes da capacitação podem influenciar a maneira que os indivíduos reagem à experiência de formação (EGAN et al., 2007).

A literatura deixa claro sobre a importância da realização de capacitações com pessoas envolvidas na alimentação. Sendo de grande valia a verificação da eficácia destas ações, pois é importante conhecer o nível de informação prévio e adquirido dos participantes. O ideal é realizar capacitações periódicas, para evitar que os manipuladores caiam no esquecimento do que já foi lhes ensinado e para que mais conhecimento possa ser agregado, em futuras capacitações partindo de conteúdos mais avançados.

A presença de manipuladores de alimentos e gestores das cantinas e das escolas, bem como professores e representantes do poder público gerou uma excelente troca de experiências e debates importantes diante a socialização de suas vivências sobre as temáticas propostas para o contexto da escola. Enxerga-se esse público como multiplicador de informações aos demais envolvidos com a comunidade escolar.

Sugere-se que futuros estudos possam avaliar o conhecimento dos participantes de capacitações após alguns meses, a fim de verificar o conhecimento mantido. Torna-se importante também, realizar avaliações de acompanhamento *in loco*, a fim de perceber não somente o conhecimento, mas também as atitudes e práticas no local de trabalho dos indivíduos capacitados. Conforme a exigência das legislações, as capacitações devem ocorrer periodicamente, portanto fica clara a importância da continuidade no processo de capacitação dos indivíduos envolvidos no fornecimento da alimentação em escolas, sendo proeminente a realização de outras formações para este mesmo público em estudos posteriores.

5 | CONCLUSÕES

O público participante do Programa de Capacitação em Boas Práticas no âmbito escolar foi predominantemente do sexo feminino, com idade entre 40 a 49 anos, possuíam escolaridade de nível médio de ensino e eram servidores públicos concursados. Possuíam vínculo com a alimentação escolar, desempenhando principalmente a atividade de cozinhar.

Houve satisfação do público em todos os módulos do Programa de Capacitação e uma melhora significativa no percentual de acertos após as capacitações. Isso demonstra um adequado desenvolvimento para as atividades educacionais nos quesitos estruturais, organizacionais e metodológicos. Os participantes tiveram maior dificuldade nas seguintes temáticas: estratégias das BPN, tipos de perigos nos alimentos e conceito de BPS.

A elaboração, aplicação e avaliação do Programa de Capacitação mostraram-se eficiente para os envolvidos com a alimentação na escola. Além disso, visualizou-se esse público como multiplicador de informações aos demais envolvidos com a comunidade escolar.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. M. M. et al. Avaliação da eficácia de uma intervenção sobre as boas práticas de higiene em três lanchonetes de uma escola particular em Porto Velho–RO. **Saber Científico**, Porto Velho, v. 3, n. 1, p. 70-90, 2011.
- ALVES, L.; MELO, D. H. C.; MELO, J. F. Análise do conhecimento nutricional de adolescentes, pré e pós atividade educativa. **Revista em Extensão**, v. 8, n. 2, p. 68-79, 2009.
- AMORIN, N. F. A. et al. Implantação da cantina escolar saudável em escolas do Distrito Federal, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 25, n. 2, p. 203-217, 2012.
- ANASTASIOU, L. G. C.; ALVES, L. P. **Processo de Ensinagem na Universidade**: pressupostos para estratégias de trabalho em aula. 10. ed. Joinville, SC: Editora Univille, 2012, 155p.
- BERNARDON, R. et al. Construção de metodologia de capacitação em alimentação e nutrição para educadores. **Revista de Nutrição**, v. 22, n. 3, p. 389-398, 2009.
- BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária – ANVISA. **Documento de referência para guias de Boas Práticas Nutricionais**. 2012, 12 p. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/389979/Boas%2Bpraticas%2Bnutricionais.pdf/4cd8c1ed-a68b-4dd4-9dd7-099de516dd3f>>. Acesso em 10 de julho de 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução - RDC nº. 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 de setembro de 2004.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2018/janeiro/17/Apresentacao-Surtos-DTA-2018.pdf>> Acesso em 27 de jan. 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Manual das cantinas escolares saudáveis**: promovendo a alimentação saudável. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2010. 56 p.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2014. 156 p.
- BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Resolução nº 26 de 17 de junho de 2013. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar aos alunos da educação básica no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar - PNAE. **Diário Oficial da União**, Brasília/DF, 18 de junho de 2013.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Políticas Públicas de Emprego. Departamento de Qualificação. **PNQ – Plano Nacional de Qualificação**: Termo de Referência. Brasília, 28 de junho de 2012. Disponível em: <<http://portalfat.mte.gov.br/wp-content/uploads/2016/02/Termo-de-Refer%C3%A7%C3%A3o-1.pdf>> Acesso em 26 de mar. de 2019.
- COSTELLO, A. et al. Managing the health effects of climate change. **The Lancet**, v. 373, n. 9676, p.

CUNHA, D. T.; STEDEFELDT, E.; ROSSO, V. V. Perceived risk of foodborne disease by school food handlers and principals: the influence of frequent training. **Journal of Food Safety**, v. 32, p. 219-225, 2012.

Danelon, M. S.; Silva, M. V. Análise das condições higiênico-sanitárias das áreas de preparo e consumo de alimentos, disponíveis para alunos de escolas públicas e privadas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 23, n. 152, 2007.

EGAN, M. B. et al. A review of food safety and food hygiene training studies in the commercial sector. **Food Control**, v. 18, n. 10, p. 1180-1190, 2007.

FURRIELA, R. B. **Educação para o consumo sustentável**. Ciclo de palestras sobre meio ambiente – Programa conheça a educação do CIBEC/INEP. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília: MEC, 2001, 56 p. Disponível em: <http://www.crmariocovas.sp.gov.br/pdf/pol/ciclo_palestra.pdf> Acesso em 10 jan. 2014.

GALLO, E. et al. Saúde e economia verde: desafios para o desenvolvimento sustentável e erradicação da pobreza. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 17, n. 6, p. 1457-1468, 2012.

LEITE, C. L. et al. Formação para merendeiras: uma proposta metodológica aplicada em escolas estaduais atendidas pelo programa nacional de alimentação escolar, em Salvador, Bahia. **Revista de Nutrição**, v. 24, n. 2, p. 275-285, 2011.

LONGO-SILVA, G. et al. Percepções de educadores de creches acerca de práticas cotidianas na alimentação de lactentes: impacto de um treinamento. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 18, n. 2, p. 545-552, 2013.

MEDEIROS, C. O. et al. Assessment of the methodological strategies adopted by food safety training programmes for food service workers: A systematic review. **Food Control**, v. 22, p. 1136-1144, 2011.

OLIVEIRA, M. N.; BRASIL, A. L. D.; TADDEI, J. A. A. C. Avaliação das condições higiênico-sanitárias das cozinhas de creches públicas e filantrópicas. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 13, n. 3, p. 1051-1060, 2008.

PREZOTTO, L. L. Qualidade Ampla: Referência para a Pequena Agroindústria Rural Inserida Numa Proposta de Desenvolvimento Regional Descentralizado. In: LIMA, D. M. A.; e WILKINSON, J. (Org.) **Inovações nas tradições da agricultura familiar**. Brasília: CNPq e Paralelo 15, 2002, p. 285-300.

MUITO além do peso. Direção: Estela Renner. Produção: Marcos Nisti. Direção de Produção: Juliana Borges Fotografia: Renata Ursaria Montagem: Jordana Berg Projeto Gráfico: Birdo Trilha Sonora: Luiz Macedo Produção: Maria Farinha Filmes Patrocínio: Instituto Alana, 2012. Documentário (84 min), cor, censura livre. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=8UGe5GiHCT4>> Acesso em 27 jan. 2019.

RIBEIRO, K. L.; SHIMIDT, V. C. Caracterização de manipuladores de alimentos em escolas municipais de Viamão, RS. **Revista Higiene Alimentar**, v. 21, n. 157, p. 58-64, 2007.

RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Saúde. Portaria nº 78 de 30 de janeiro de 2009. Aprova a Lista de Verificação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação, aprova Normas para cursos de Capacitação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, RS, 30 de janeiro de 2009.

Sá, M. A. R. et al. Obesidade infantil X Comercialização de alimentos em escolas públicas e privadas. **Revista Higiene Alimentar**, v. 23, p. 174-175, 2009.

SCHMITZ, B. A. S. et al. A escola promovendo hábitos alimentares saudáveis: uma proposta metodológica de capacitação para educadores e donos de cantina escolar. **Caderno de Saúde Pública**, v. 24, p. 312-322, 2008.

SILVA, M. N. et al. Good Sustainable Practice (GSP) program for food service. **Business and Management Review**, v. 4, n. 8, p. 608/619, 2015.

TAVARES, C.; FREIRE, I. M. Lugar do lixo é no lixo: estudo de assimilação da informação. **Ciência da informação**, v. 32, n. 2, p. 125-135, 2003.

VEIROS, M. B.; PROENÇA, R. P. C. Princípios de sustentabilidade na produção de refeições. **Nutrição em Pauta**, v. 18, p. 45-49, 2010.

WEFFORT, V. R. S. et al. **Lanche Saudável** – Manual de Orientação. São Paulo: Sociedade Brasileira de Pediatria. Departamento Científico de Nutrologia, 2011, 52p.

YOKOTA, R. T. C. et al. Projeto “a escola promovendo hábitos alimentares saudáveis”: comparação de duas estratégias de educação nutricional no Distrito Federal, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 1, p. 37-47, 2010.

ZANCUL, M. S.; DAL FABRO, A. L. Escolhas alimentares e estado nutricional de adolescentes em escolas de ensino fundamental. **Alimentos e Nutrição**, v. 18, n. 3, p. 253-259, 2007.

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

Danieli Ludwig

Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, Curso de Tecnologia em Alimentos, Santo Augusto – Rio Grande do Sul

José Mario Angler Franco

Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, Curso de Tecnologia em Alimentos, Santo Augusto – Rio Grande do Sul

Camila Jeleski Carlini

Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, Curso de Tecnologia em Alimentos, Santo Augusto – Rio Grande do Sul

Mariana Costa Ferraz

Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, Eixo de Produção Alimentícia, Santo Augusto – Rio Grande do Sul

Gislaine Hermanns

Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, Eixo de Produção Alimentícia, Santo Augusto – Rio Grande do Sul

Melissa dos Santos Oliveira

Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, Eixo de Produção Alimentícia, Santo Augusto – Rio Grande do Sul

teve como objetivo a elaboração de lingüiça frescal e defumada a base de carne de peixe, da espécie carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), comumente produzida e consumida na região noroeste do Rio Grande do Sul. A linguiça foi elaborada no laboratório de Carnes e Derivados, do Instituto Federal Farroupilha - Campus Santo Augusto, realizando-se as etapas de produção desde a recepção da matéria-prima até o produto final. A linguiça mostrou-se como uma alternativa viável para obtenção de um novo produto derivado, com facilidade de processamento e um rendimento considerável.

PALAVRAS-CHAVE: embutidos; linguiça; peixe.

ABSTRACT: Fish meat currently has great market potential and is recognized as a healthy food and excellent nutritional quality. However, in Brazil, there are few reports on the use of this one for the elaboration of sausages. This work had as objective the elaboration of fresh and smoked sausage, the meat of fish, of the species carp grass (*Ctenopharyngodon idella*), commonly produced and consumed in the northwestern region of Rio Grande do Sul. The sausage was elaborated in the Meat and Derivatives laboratory, of the Federal Institute Farroupilha - Campus Santo Augusto. The production stages are carried out from the

RESUMO: A carne de pescado apresenta atualmente um grande potencial de mercado e é reconhecida como um alimento saudável e de ótima qualidade nutricional. Porém, no Brasil, existem poucos relatos sobre a utilização desta para a elaboração de embutidos. Este trabalho

reception of the raw material to the final product. The sausage proved to be a viable alternative to obtain a new byproduct, with ease of processing and a considerable yield.

KEYWORDS: embedded; sausage; fish.

1 | INTRODUÇÃO

Conforme a definição contida no Art. 205 do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) entende-se por pescado os peixes, os crustáceos, os moluscos, os anfíbios, os répteis, os equinodermos e outros animais aquáticos usados na alimentação humana (BRASIL, 2017).

A carne de pescado apresenta atualmente um grande potencial de mercado, pois esse produto, industrializado ou *in natura*, pode atender as necessidades do consumidor nos aspectos nutricionais, sensoriais, conveniência e econômico (FERREIRA et al., 2002). No Brasil, este consumo, conforme a FAO, teria alcançado 14,5 Kg/habitante/ano, de acordo com levantamento realizado em 2013. No entanto, em 2015, o Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA), divulgou que o consumo nacional é de apenas 10,6 quilos de pescado *per capita*, ou seja, abaixo do recomendado pela OMS, que é 12 Kg/habitante/ano (SNA, 2015).

Uma alternativa para reversão desse quadro seria oferecer ao consumidor brasileiro novos produtos processados com maior vida-de-prateleira, sensorialmente agradável, aliado ainda a um preço acessível e praticidade. No Brasil, ainda existem poucos relatos sobre a utilização de carne de pescado para a elaboração de derivados. Sendo assim, o desenvolvimento de tais produtos poderia representar um novo nicho de mercado, com agregação de valor ao pescado. Com a carne de pescado e o uso de técnicas adequadas, podem ser produzidos vários derivados, dentre eles os embutidos (RIBEIRO et al., 2008).

Segundo o artigo 288, do Decreto nº 9.013 de 29 de março de 2017, do RIISPOA, embutidos são os produtos cárneos elaborados com carne ou com órgãos comestíveis, curados ou não, condimentados, cozidos ou não, defumados e dessecados ou não, tendo como envoltório a tripa, a bexiga ou outra membrana animal (BRASIL, 2017).

Os embutidos são classificados em produtos crus curados e produtos crus cozidos em função do processo produtivo na qual são submetidos. Os produtos curados são obtidos através da secagem pelo sal e maturação dos tecidos em ambientes com temperatura e umidade controlados. Os produtos cozidos são obtidos através do tratamento térmico, a seco ou a vapor, dos cortes de carne fresca (SANTOS, 2006). Dentro os diversos produtos embutidos encontrados, temos as linguiças, as quais são um dos derivados cárneos mais fabricados no Brasil, fato que talvez se deva ao uso de tecnologia simples, com uso de poucos equipamentos. No entanto, apesar da tecnologia ser relativamente simples, exige certos conhecimentos básicos que, se não aplicados corretamente, levam ao aparecimento de defeitos (TERRA, 2003).

A linguiça é definida como produto cárneo industrializado, adicionado ou não de

tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial e submetido a processo tecnológico para fabricação de produto fresco, seco, cozido, curado e/ou maturado (GONÇALVES, 2011). Esta leva em sua composição ingredientes obrigatórios como carne e sal, e, como ingredientes opcionais, gordura, água, proteína vegetal, açúcares, plasma, aditivos, aromas, especiarias e condimentos (GONÇALVES, 2011).

Estes embutidos podem passar pelo processo de defumação, a qual é utilizada como uma medida complementar à cura, conferindo características sensoriais especiais, auxiliando ainda na conservação dos mesmos. A coloração, aroma e sabor desejados pelo consumidor são determinados pela presença de certos componentes químicos constituintes da fumaça (BRESSAN et al., 2016). A qualidade da fumaça depende de seu conteúdo de carbonilas, fenóis e ácidos orgânicos. Os compostos desses três grupos são responsáveis pelas características desejadas dos produtos defumados, isto é, cor típica do defumado, o aroma, o sabor, a maior vida de prateleira e a estabilidade (GONÇALVES, 2011). O padrão de identidade e qualidade da linguiça é determinado pela Instrução Normativa 04 de 31 de março de 2000, do MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (MAPA, 2000). Segundo esta, as linguiças frescas devem apresentar um teor máximo de umidade de 70%, as cozidas 60% e as dessecadas 55%.

Este trabalho teve como objetivo elaborar uma linguiça frescal e defumada, a base de carne de peixe, da espécie carpa capim (*Ctenopharyngodon idella*), comumente produzido e consumido na região noroeste do Rio Grande do Sul, a fim de poder tornar-se uma opção ao consumo de derivados de pescado.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

As linguiças frescal e defumada de pescado foram elaboradas no laboratório de Carnes e Derivados do Instituto Federal Farroupilha - *Campus Santo Augusto* a partir de uma proposta de trabalho acadêmico no Curso Tecnologia em Alimentos desta instituição. O peixe utilizado foi a Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*), obtida de um piscicultor local que além desta espécie de peixe, conta com a produção das espécies de Carpa Húngara (*Cyprinus carpio*) e Tilápia (*Tilapia rendalli*). Os demais ingredientes (bacon, sal temperado para peixe, tomate, cebolinha e pimenta branca) foram adquiridos no mercado local.

Os ingredientes da linguiça de peixe, bem como suas quantidades e porcentagens, estão descritos na Tabela 1.

Ingredientes	Quantidades (g)	Porcentagem (%)
Peixe	1520	79,0
Bacon	130	6,8
Sal temperado para peixe	52	2,7
Tomate	215	11,2
Cebolinha	4	0,2
Pimenta branca	2	0,1
Total	1923	100,0

Tabela 1 - Formulação de linguiça frescal e defumada de Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*)

Fonte: Do autor.

O processo de elaboração da linguiça frescal e defumada realizado está exposto no fluxograma (Figura 1), a seguir.

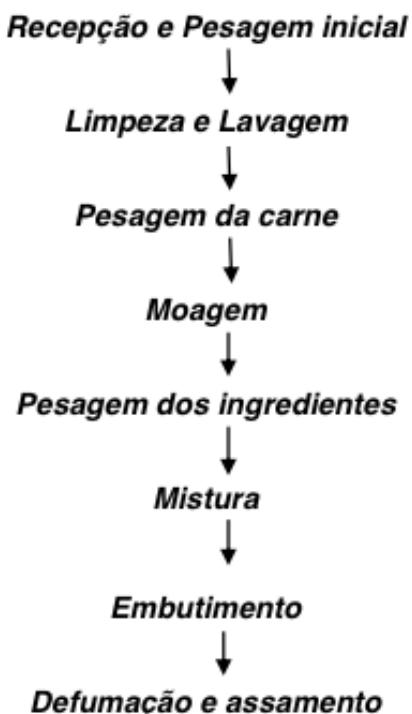


Figura 1 - Fluxograma das etapas de processamento da linguiça frescal e defumada de Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*)

Fonte: Do autor.

Para a elaboração das linguiças, primeiramente, o peixe foi recebido, pesado, descabeçado, retirado suas vísceras, escamas, barbatanas, cauda e espinhos. Estes resíduos foram colocados em um recipiente para serem destinados a um tratamento adequado. A construção de graxarias, por exemplo, representa uma excelente forma de transformação dos resíduos em subprodutos como a farinha e o óleo de peixe, muito valorizados no mercado. A produção de silagem, biodiesel, e colágeno são outras formas de reaproveitamento (OETTERER et. al., 2002).

A matéria-prima cárnea foi lavada em água corrente para a eliminação de resíduos

de sangue e vísceras. Em seguida, procedeu-se a pesagem e moagem em moedor de carne com disco de 8 mm de diâmetro, para posterior embutimento. Na sequência, pesou-se a carne do pescado e os outros ingredientes (bacon, sal temperado para peixe, tomate, cebolinha e pimenta branca) e procedeu-se a mistura. Os temperos foram utilizados para conferir sabor ao produto e melhores características sensoriais.

A mistura foi realizada manualmente, com movimentos leves, a fim de não provocar o emulsionamento da carne de peixe. Concluída a mistura da massa, utilizando tripas suínas, já devidamente higienizadas e hidratadas realizou-se o embutimento e amarração em gomos com tamanho, de aproximadamente 8cm, característico para linguiça.

A linguiça produzida foi dividida em duas partes, sendo uma parte defumada por uma hora em defumador do tipo tambor, e a outra parte mantida na forma frescal para posterior assamento em forno a gás por uma hora a 150°C.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As linguiças de pescado elaboradas apresentaram características sensoriais apreciadas pelo grupo de alunos da turma e professores, e a linguiça submetida ao processo de defumação obteve melhor avaliação, devido ao sabor característico do produto final. A análise sensorial se faz necessária em uma próxima etapa para ter-se uma avaliação técnica da aceitação deste produto no mercado.

Ao comparar a textura das linguiças já encontradas no mercado, a de peixe mostrou-se semelhante à de uma linguiça de frango tradicional. O sabor do peixe não se sobressaiu aos demais ingredientes. A formulação se mostrou em porcentagens adequadas, onde a umidade aparente do produto foi preservada demonstrada pela redução não significativa no diâmetro da linguiça.

Na elaboração do produto foi obtido um rendimento do pescado em torno de 51%. Esse rendimento pode depender da eficiência manual do operário ou, de equipamentos, da forma anatômica do corpo, do tamanho do peixe bem como do peso das vísceras, pele e nadadeira. Este valor obtido é alto e satisfatório se comparado com resultados de outros trabalhos, por exemplo, o aproveitamento de tilápia pode ficar em torno de 35% de rendimento (BOSCOLO; FEIDEN, 2007).

O processo de defumação na linguiça foi fundamental para a aquisição de cor ao produto final e ao sabor característico. Os produtos finais obtidos podem ser observados conforme as figuras 1 e 2.



Figura 2 – Linguiça Frescal de Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*).

Fonte: Do autor.



Figura 3 – Linguiça Defumada de Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*).

Fonte: Do autor.

4 | CONCLUSÃO

Os resultados obtidos com a realização deste trabalho permitiram concluir que a linguiça frescal e defumada de Carpa Capim (*Ctenopharyngodon idella*) mostrou-se como uma alternativa viável para obtenção de um novo produto derivado, a partir de pescados, que foge dos tradicionais comercializados, que se resumem a praticamente filés e postas congeladas.

As linguiças de pescado foram apreciadas pelo grupo de alunos e professores, que a partir de uma avaliação sensorial informal, aprovaram a aparência, textura e sabor dos produtos. A produção das linguiças foi razoável de fácil execução, e o rendimento foi em torno de 51% da carne. Os alunos e professores que realizaram o trabalho, concluíram que, após uma aceitabilidade pelos consumidores, verificada através de análise sensorial, a inserção deste tipo de produto no mercado poderia ajudar no aumento do consumo de peixe *per capita* principalmente, nesta região do estado do RS.

REFERÊNCIAS

BOSCOLO W. R., & FEIDEN, A. **Industrialização de tilápias**. GFM Gráfica & Editora, Toledo, 2007.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal; Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2017.

BRESSAN, M. C., ODA, S. H. I., FARIA, P. B., RODRIGUES, G. H., MIGUEL, G. Z., VIEIRA, J. O., & MARTINS, F. M. **Produtos cárneos curados e defumados: mais sabor e maior valor agregado.** Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos, Cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária, 2016. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/56-boletins-de-extensao?download=1161:boletinsextensao>>.

FERREIRA, M. W., SILVA, V. K., BRESSAN, M. C., FARIA, P. B., VIEIRA, J. O., & ODA, S. H. I. **Pescados processados: maior vida de prateleira e maior valor agregado.** Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos, Cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária, 2002. Disponível em:<<http://www.nucleoestudo.ufla.br/naqua/arquivos/Pescados%20processados.pdf>>

GONÇALVES, A. A. **Tecnologia do pescado: ciência, tecnologia, inovação e legislação** (1. ed.). São Paulo: Atheneu, 2011.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Institui medidas que normatizem a industrialização de produtos de origem animal, garantindo condições de igualdade entre os produtores e assegurando a transparência na produção, processamento e comercialização; Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, 2000.

OETTERER, M. **Industrialização do pescado cultivado** (1. ed.). Guaíba: Agropecuária, 2002.

RIBEIRO, E. M. G., CAVALCANTE, A. F., SEABRA, L. M. J., & DAMASCENO, K. S. F. S. C. Avaliação sensorial de formulações de linguiças de peixe-voador (*Cheilopogon cyanopterus*). **Higiene Alimentar**, 22(162), 51-56, 2008.

SANTOS, E. **Avaliação das propriedades tecnológicas de tripas naturais submetidas ao tratamento com soluções emulsificantes** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SNA, SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Consumo de pescado no Brasil está abaixo do recomendado pela OMS, 2015. Disponível em <http://sna.agr.br/consumo-de-pescado-no-brasil-esta-abixo-do-recomendado-pela-oms/>.

TERRA, N. N. **Apontamentos de Tecnologia de Carnes** (1. ed.). São Leopoldo: Unisinos, 2003.

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MICROPARTÍCULAS DE *Spirulina*

Cíntia Guarienti

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Tecnologia em Alimentos
Santo Augusto – RS

Leticia Eduarda Bender

Universidade de Passo Fundo, Engenharia de Alimentos
Passo Fundo – RS

Telma Elita Bertolin

Universidade de Passo Fundo, Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Passo Fundo - RS

Neila Silvia Pereira dos Santos Richards

Universidade Federal de Santa Maria, Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Santa Maria - RS

RESUMO: O trabalho objetivou determinar a eficiência de encapsulação, a composição proximal, avaliar o perfil de liberação e o comportamento térmico de micropartículas de *Spirulina* produzidas pela técnica de gelificação iônica. Foram produzidas micropartículas de *Spirulina* através da técnica de gelificação iônica com alginato de sódio e cloreto de cálcio, e foram determinadas a eficiência de encapsulação, a composição proximal da micropartícula e da *Spirulina*, o perfil de liberação de ficocianina da micropartícula em meio ácido e básico e a atividade antioxidante em temperaturas de 50,

100 e 120 °C. A eficiência de encapsulação obtida de $91,7 \pm 0,25\%$. A micropartícula manteve sua estrutura íntegra em pH ácido (1,2) retendo a ficocianina em seu interior, e em meio básico (pH 7,4) houve rompimento da micropartícula e liberação do material encapsulado. A temperatura de 50 °C, por 60 minutos, não afetou a atividade antioxidante da *Spirulina*, enquanto em temperatura de 120 °C a atividade foi reduzida significativamente. As micropartículas apresentaram maior estabilidade térmica a 100 °C, mantendo a atividade antioxidante, enquanto a *Spirulina* livre reduziu atividade de forma significativa. A microencapsulação de *Spirulina* pela técnica de gelificação iônica mostra-se como uma alternativa viável para a incorporação da mesma em diferentes matrizes alimentares.

PALAVRAS-CHAVE: *Spirulina*; micropartículas; antioxidante.

ABSTRACT: The objective of this work was to determine encapsulation efficiency, proximal composition, and to evaluate the release profile and thermal behavior of *Spirulina* microparticles produced by the ionic gelation technique. *Spirulina* microparticles were produced by the ionic gelation technique with sodium alginate and calcium chloride, and encapsulation efficiency, microparticle and *Spirulina* proximal composition, the phycocyanin release profile of

the microparticle in acidic and basic medium and the antioxidant activity at temperatures of 50, 100 and 120 °C were determined. The encapsulation efficiency obtained was 91.7 ± 0.25%. The microparticle maintained its entire structure at acidic pH (1.2) retaining the phycocyanin inside, and in basic media (pH 7.4) there was a rupture of the microparticle and release of the encapsulated material. The temperature of 50 °C for 60 minutes did not affect the antioxidant activity of *Spirulina*, while at 120 °C the activity was significantly reduced. The microparticles presented higher thermal stability at 100°C, maintaining the antioxidant activity, while free *Spirulina* reduced activity significantly. The microencapsulation of *Spirulina* by the ionic gelation technique is shown as a viable alternative for the incorporation in different food matrices.

KEYWORDS: *Spirulina*; microparticles; antioxidant.

1 | INTRODUÇÃO

A indústria de alimentos tem sido constantemente desafiada a ofertar diferentes produtos pra atender aos atributos desejados pelo consumidor, incluindo a praticidade no consumo, a atratividade sensorial e a saudabilidade. O desenvolvimento de alimentos com ingredientes bioativos que trazem, além do aporte nutricional, benefícios à saúde e ao bem-estar, é um nicho de mercado que está em constante expansão e que pode ser direcionado de acordo com as necessidades do público consumidor.

Um dos maiores desafios da indústria é assegurar que os ingredientes funcionais permaneçam ativos e biodisponíveis depois do processamento, do armazenamento, do preparo e da ingestão do alimento (CROZIER; JAGANATH; CLIFFORD, 2009). Esta busca pela manutenção das características e da biodisponibilidade desejadas, bem como, a intenção de inserir compostos bioativos em outras matrizes alimentícias, despertou o interesse pelas técnicas de microencapsulação.

A indústria de alimentos é considerada a segunda principal força motriz do progresso da microencapsulação, tendo como principal motivação as exigências dos consumidores sobre os requisitos dos produtos (PAULO; SANTOS, 2017). Dentre os objetivos da utilização dessa técnica destacam-se a proteção dos produtos e compostos de condições ambientais adversas (do produto, do processo ou do organismo), prolongamento da vida útil, atenuação de sabores e odores desagradáveis e entrega controlada ou dirigida após a ingestão (DOHERTY et al., 2011; SILVA et al., 2013). A liberação pode ser adaptada de acordo com a aplicação final do produto microencapsulado e pode ocorrer através de diferentes mecanismos, por exemplo, ação mecânica, gradientes de calor, difusão, modificação de pH, biodegradação e dissolução (DIAS; FERREIRA; BARREIRO, 2015).

A técnica de microencapsulação por gelificação iônica é a mais comumente utilizada para proteger materiais sensíveis às condições ambientais e para extender a vida útil de compostos bioativos (PAN-UTAI; IAMTHAM, 2018). As partículas são formadas através de uma única etapa, por um mecanismo simples, que envolve,

pelo menos, um polímero e um agente de complexação (CAETANO; ALMEIDA; GONÇALVES, 2016). O processo consiste em adicionar o polímero formador de gel no agente reticulante sob agitação e não requer o uso de solventes ou altas temperaturas (COMUNIAN et al., 2017). A base do processo é a reticulação de cadeias polieletrolíticas, geralmente alginato, na presença de cátions divalentes (VASILE; JUDISA; MAZZOBRE, 2018), ocorrendo com mais facilidade quando os cátions são Ca++ ou Mg++ (COMUNIAN; FAVARO-TRINDADE, 2016). O uso de íons cálcio, além de produzir melhores resultados, também é interessante devido à aceitabilidade pelo organismo humano, pelo fato de ser o principal componente do sistema esquelético e por atuar na regulação de diversos processos fisiológicos (AGUERO et al., 2017).

A *Spirulina* é uma microalga que apresenta destacada importância nutricional devido à variedade de macro e micronutrientes que contém (HOISEINI et al., 2013), além de possuir evidenciado potencial antioxidante (HERNÁNDEZ-LEPE et al., 2015). No Brasil, a *Spirulina* é reconhecida como ingrediente pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Esse material possui limitantes na incorporação em alimentos, principalmente por atributos sensoriais característicos e pela instabilidade a altas temperaturas, sobretudo da ficocianina, que é o principal componente antioxidante presente na microalga.

O objetivo desse estudo foi determinar a composição proximal, avaliar o perfil de liberação e o comportamento térmico de micropartículas de *Spirulina* produzidas pela técnica de gelificação iônica.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Microencapsulação

A *Spirulina* utilizada nesse estudo foi a LEB-18 adquirida do Laboratório de Engenharia Bioquímica (LEB) da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) na forma de pellet. A amostra seca foi moída utilizando moinho de facas e para padronização da granulometria foi utilizada peneira de 40 mesh. Para realizar a microencapsulação foi utilizado o método de gelificação iônica por extrusão seguindo os princípios descritos por Yan et al. (2014) com modificações. Foi utilizado alginato de sódio como matriz de encapsulação (1 %) e cloreto de cálcio como agente de reticulação (2%). A *Spirulina* foi misturada ao material encapsulante na proporção de 4:1, e a mistura foi submetida ao processo de extrusão (aspersão) utilizando um bico atomizador com abertura de 0,7 mm de diâmetro. O material foi aspergido na solução reticulante, sob agitação magnética constante, e permaneceu nessa condição por 30 minutos. As micropartículas foram lavadas com água destilada por 3 vezes para remoção de resíduos da solução de cloreto de cálcio e coletadas através de filtração. Foram acondicionadas a - 80°C em ultrafreezer (24 h) e em seguida liofilizadas a - 40°C.

2.2 Eficiência De Encapsulação

A eficiência de encapsulação foi calculada através da quantificação da ficocianina, utilizando a equação de Bennett e Bogoard (1973) (Equação 1). A quantificação de ficocianina foi escolhida como parâmetro, em função de ser o principal componente antioxidante da *Spirulina* e a coloração azulada característica deste componente pode ser observada na solução residual de cloreto ao final do processo. Por se tratar de um componente hidrossolúvel, a ficocianina pode ser solubilizada e liberada antes de ter ocorrido à completa coagulação/gelificação através do contato com a solução de cálcio.

$$PC \text{ (mg.mL}^{-1}) = \frac{A615 - 0,474 \times A652}{5,34} \quad (1)$$

Sendo:

PC = Concentração de ficocianina;

A615 = absorbância da amostra a 615 nm;

A652 = absorbância da amostra a 652 nm.

O cálculo da eficiência de encapsulação consistiu na relação entre o valor adicionado no início do processo e o valor de material não encapsulado de acordo com a Equação 2.

$$EE(\%) = \frac{(mi - mr)}{mi} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

mi = valor inicial de material adicionado antes do processo de encapsulação; mr = valor de material não encapsulado (residual).

2.3 Composição Proximal

A *Spirulina* e as micropartículas foram caracterizadas através da determinação de umidade, lipídios, proteína e cinzas propostas pelo IAL (2008) e o cálculo de carboidratos foi realizado por diferença. A umidade foi determinada em estufa a temperatura de 105 °C. O teor de minerais foi realizado em mufla a 550 °C. O conteúdo de lipídios foi quantificado através extrator de Soxhlet, utilizando hexano como solvente durante 4 horas de refluxo, sendo os resultados calculados por diferença gravimétrica. A quantificação de proteínas foi realizada pelo método de Kjedhal. Todos os ensaios foram realizados em triplicata.

2.4 Perfil De Liberação

A avaliação da liberação da *Spirulina* presente nas microcápsulas foi realizada

em solução ácida (pH 1,2) e em solução alcalina (pH 7,4), utilizando temperatura de 37 ° C e agitação de 150 rpm (CRUZ, 2004). Os meios ácido e alcalino foram compostos por solução de ácido clorídrico com ajuste do pH para 1,2 e tampão fosfato de sódio com pH de 7,4, respectivamente. O ajuste de pH foi realizado com soluções de NaOH e HCl. Foi realizado o acompanhamento da liberação ao longo do tempo, a cada 60 minutos, por um período de 2 horas em meio ácido e após 2 horas em meio alcalino. O perfil de liberação foi avaliado pela disponibilização da ficocianina no meio de acordo com a Equação de Bennett e Bogoard (1973) (Equação 1) e expresso em porcentagem de liberação ao longo do tempo.

2.5 Comportamento Térmico

A *Spirulina* livre e encapsulada foi submetida à temperatura de 50, 100 e 120°C por 60 minutos em estufa. Foi avaliada a atividade antioxidante pelo método de ABTS no tempo inicial e após o tempo de aquecimento. O método de ABTS seguiu o protocolo básico de Re et al. (1999) com algumas adaptações. Foram introduzidos 20 µL de amostra e 980 µL de solução etanólica de ABTS. As amostras foram previamente submetidas à agitação em vórtex por 1 minuto em solução de citrato de sódio 2% para promover o rompimento das cápsulas e quantificar a atividade. Os resultados foram calculados em mmol de Trolox.g *Spirulina*⁻¹ de acordo com curva padrão previamente construída.

2.6 Análise Estatística

Os resultados foram submetidos a comparação de médias pelo teste t de Student, utilizando nível de significância de 5 %.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Eficiência De Encapsulação

A eficiência de encapsulação foi de $91,7 \pm 0,25\%$, considerada satisfatória, pois permitiu a formação de micropartículas com aproximadamente 70 % de *Spirulina*. A eficiência de encapsulação obtida foi elevada mesmo utilizando maior quantidade de *Spirulina* que de encapsulante, tornando o material encapsulado predominante na micropartícula formada. Isso possibilita a incorporação desse material em diferentes produtos sem a necessidade de utilizar quantidades muito superiores do que seria acrescido na forma livre. De acordo com Comunian e Favaro-Trindade (2016), menores quantidades de microcápsulas adicionadas nas formulações dificultam a percepção destas pelo consumidor, favorecendo a manutenção de características sensoriais do produto, como textura e sabor.

3.2 Caracterização Físico-Química

A *Spirulina*, encapsulada ou não, foi caracterizada de acordo com a composição proximal apresentada na Tabela 1. Os valores estão apresentados como média \pm desvio padrão, em base seca. Os teores de umidade encontrados nos materiais foram de $12,32 \pm 0,15\%$ e $9,96 \pm 0,06\%$, para *Spirulina* livre e encapsulada, respectivamente.

	Composição (%)	
	<i>Spirulina</i>	<i>Spirulina</i> Encapsulada
Proteínas	$61,0 \pm 0,48^a$	$41,0 \pm 0,26^b$
Lipídios	$1,6 \pm 0,64^a$	$2,2 \pm 0,28^a$
Minerais	$10,8 \pm 0,10^b$	$15,2 \pm 0,24^a$
Carboidratos	$26,6 \pm 0,92^b$	$41,6 \pm 0,08^a$

Tabela 1 Caracterização físico-química das microscápsulas

* Letras diferentes na mesma linha representam diferença significativa ($p \leq 0,05$)

A diferença nos teores dos componentes das amostras é explicada pela mistura de material encapsulante e de *Spirulina* que foram utilizados na preparação das micropartículas. O teor de proteína diminuiu no material encapsulado em relação ao material livre, pois na micropartícula tem-se cerca de 30 % menos microalga, que é a fonte proteica do material. Obteve-se aumento na porcentagem de minerais nas micropartículas devido à presença de sais no processo de encapsulação: o sódio presente no alginato e o cálcio utilizado na reticulação. O teor de carboidratos também aumentou em relação ao material livre, pois o alginato é um polissacarídeo.

3.3 Perfil De Liberação

A Figura 1 apresenta o perfil de liberação de ficocianina do material encapsulado. Nos primeiros 120 minutos, quando o material foi submetido à imersão em solução ácida, a liberação foi limitada ($< 1,5\%$). O contato do material com a solução alcalina promoveu um aumento crescente e gradual, entre 120 e 180 minutos. Após esse período o patamar de liberação foi alcançado (cerca de 85 %). O perfil de liberação obtido é característico do material de parede utilizado, pois os grupos carboxílicos do alginato formam estruturas insolúveis em $\text{pH} < 3,4$ pois estão na forma não ionizada, enquanto em pH próximo a 7,4, ocorre a ionização e a repulsão eletrostática entre as cargas negativas, que pode causar expansão da cadeia de alginato e, consequentemente, liberação do material encapsulado (AGÜERO et al., 2017). Dessa forma, as micropartículas resistem ao pH estomacal e são liberadas em condições de pH intestinal, o que pode representar uma vantagem do ponto de vista da manutenção da atividade biológica dos componentes pois o pH ácido e a transição de pH ácido para básico podem promover alterações estruturais e funcionais nos componentes

bioativos.

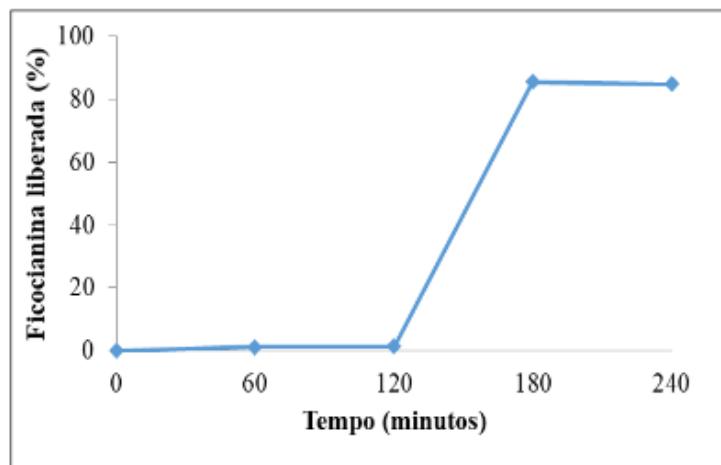


Figura 1: Perfil de Liberação das Micropartículas de *Spirulina*

3.4 Estabilidade Térmica

As Figuras 2 e 3 apresentam a atividade antioxidante da *Spirulina* livre e microencapsulada, respectivamente, quando submetidas às temperaturas de 50, 100 e 120°C por 60 minutos. Após o período de aquecimento a 50°C verificou-se que a atividade antioxidante das amostras não sofreu alteração. Quando foi utilizada a temperatura de 120°C, ambas as amostras apresentaram perda significativa de atividade antioxidante, demonstrando sua instabilidade térmica. Já na temperatura de 100°C ocorreu redução significativa na atividade antioxidante da *Spirulina* livre, porém no material encapsulado a atividade foi mantida, o que remete a proteção dos compostos quando submetidos ao processo de microencapsulação.

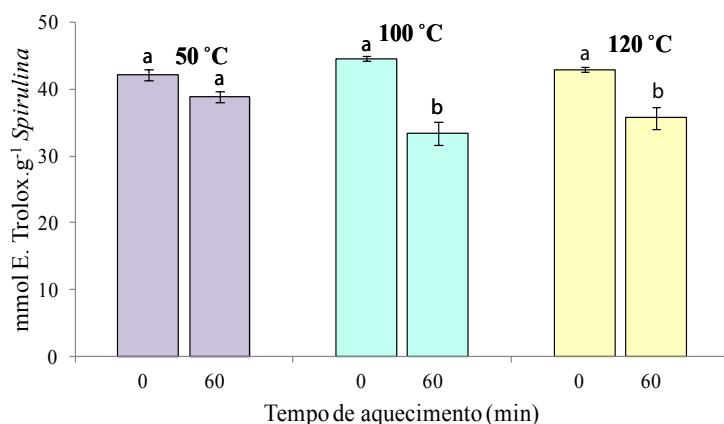


Figura 2: Estabilidade Térmica da *Spirulina*

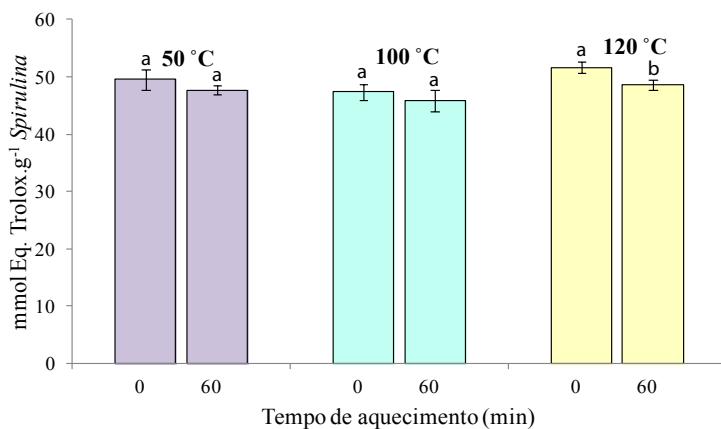


Figura 3: Estabilidade térmica da *Spirulina* Encapsulada

4 | CONCLUSÕES

A microencapsulação de *Spirulina* pela técnica de gelificação iônica mostra-se como uma alternativa viável para a incorporação da mesma em diferentes matrizes alimentares. As micropartículas mantêm sua integridade estrutural e promovem a retenção do material em meio ácido, enquanto em meio básico ocorre liberação do mesmo. A micropartícula permite que a *Spirulina* seja submetida a aquecimento de até 100 °C por 60 minutos sem perda de sua atividade antioxidante.

REFEÊNCIAS

- AGÜERO, L.; SILVA, D.Z.; PEÑA, L.; DIAS, M.L. (2017). **Alginic microparticles as oral colon drug delivery device: A review.** Carbohydrate Polymers. v. 168, 32-43.
- BENNETT, A.; BOGORAD, L. (1973). **Complementary chromatic adaptation in filamentous blue-green alga.** J. Cell. Biol., v. 58, p. 419 – 435.
- CAETANO, L.A.; ALMEIDA, A.J.; GONÇALVES, L. **Effect of experimental parameters on alginate/chitosan microparticle for BCG encapsulation.** Marine Drugs, v. 14, n. 90, p. 1 – 30, 2016.
- COMUNIAN, A. T.; FAVARO-TRINDADE, C. S. **Microencapsulation using biopolymers as an alternative to produce food enhanced with phytosterols and omega-3 fatty acids: A review.** Food Hydrocolloids, v. 61, p. 442 – 457, 2016.
- COMUNIAN, A. T. et al. **Improving oxidative stability of echium oil emulsions fabricated by Microfluidics: Effect of ionic gelation and phenolic compounds.** Food Chemistry, v. 233, p. 125 – 134, 2017.
- CROZIER, A.; JAGANATH, I. B.; CLIFFORD, M. N. **Dietary phenolics: chemistry, bioavailability and effects on health.** Natural Product Reports, v. 26, n. 8, p. 1001–1043, ago. 2009.
- CRUZ, M. C. P. (2004) **Influência do polietilenoglicol (PEG) no processo de microencapsulação da oxitetraciclina no sistema alginato/quitosana: modelamento “in vitro” da liberação oral.** 2004. 157 p. Tese (Doutorado Engenharia Química), Universidade Estadual de Campinas, SP.
- DIAS, M. I. et al. **A bioactive formulation based on *Fragaria vesca* L. vegetative parts: Chemical**

characterisation and application in κ -carrageenan gelatin. Journal of Functional Foods, v. 16, p. 243–255, 2015.

DOHERTY, S. B. et al. **A. Development and characterisation of whey protein micro-beads as potential matrices for probiotic protection**, Food Hydrocolloids, v.25, p.1604-1617, 2011.

HERNÁNDEZ-LEPE, M. A. et al. ***Spirulina* y su efecto hipolipemiante y antioxidante en humanos: una revisión sistemática.** Nutr. Hosp., v.32, n. 2, p.494-500, 2015.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Análise Sensorial. Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 4 ed., 1 ed. digital, p.279-320, 2008.

PAN-UTAI, W.; IAMTHAN, S. **Physical extraction and extrusion entrapment of C-phycocyanin from *Arthrosphaera platensi*.** Journal of King Saud University Science, p. 1 – 8, Available online, 23/05/2018.

PAULO, F.; SANTOS, L. **Design of experiments for microencapsulation applications: A review.** Materials Science and Engineering, v. 77, p. 1327-1340, 2017.

RE, R., PELEGRENE, N. PROTEGGENTE, A, PANNALA, A., YANG, M., & RICE-EVANS, C. (1999). **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay.** Free Radical Biology & Medicine, 26, 9/10, 1231-1237.

SILVA, F. C. et al. **Assessment of production efficiency, physicochemical properties and storage stability of spray-dried própolis, a natural food additive, using gum Arabic and OSA starchbased Carrier systems.** Food and Bioproducts Processing, v. 91, p. 28-36, 2013.

VASILE, F. E.; JUDISA, M. A.; MAZZOBRE, M. F. **Impact of *Prosopis alba* exudate gum on sorption properties and physical stability of fish oil alginate beads prepared by ionic gelation.** Food Chemistry, v. 250, p. 75-82, 2018.

YAN et al. **Preparation of phycocyanin microcapsules and its properties.** Food and bioproducts processing, v. 92, p. 89 – 97, 2014.

PROMOÇÃO DA SAÚDE NA ESCOLA: DESCOBRINDO OS ALIMENTOS

Ana Paula Daniel

Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS

Priscilla Cardoso Martins Nunes

Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS

Jackson Rodrigo Flores da Silva

Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS

Andréia Cirolini

Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS

Leonardo Germano Krüger

Instituto Federal Farroupilha, Reitoria, Santa Maria - RS

Vanessa Pires da Rosa

Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico da UFSM, Santa Maria – RS

participação de 100 crianças do 1º ano (Ensino Fundamental) de uma escola filantrópica (Bairro Santa Marta/Santa Maria/RS). Além do teste sensorial, os participantes também receberam um folder explicativo sobre a origem e importância das frutas e produtos lácteos; e a receita da elaboração de iogurte natural. Assim, através da ludicidade as crianças descobriram importância do consumo das frutas *“in natura”* e que a mesma também pode estar presente em outros produtos alimentícios, além da integração entre a universidade, educação técnica e a sociedade.

PALAVRAS-CHAVE: saúde; análise sensorial misteriosa, educação.

ABSTRACT: Eating habits have a great influence on the health, growth and development of individuals. The objective of the extension project “Promotion of Health in School” was to promote play activities: “Discovering Foods”. The activities of mysterious sensory analysis (blindfolded) and the natural yogurt taste added to the natural pulp (mysterious fruits) occurred at the Food Analysis Laboratory (UFSM) with the participation of 100 children from the 1st year (elementary school) of a philanthropic school (Barrio Santa Marta / Santa Maria / RS). In addition to the sensory test, the participants also received an explanatory folder about the origin and importance of fruits and dairy products;

RESUMO: Os hábitos alimentares desempenham grande influência sobre a saúde, o crescimento e o desenvolvimento dos indivíduos. O objetivo do projeto de extensão “Promoção da Saúde na Escola” foi promover atividades lúdicas: “Descobrindo os Alimentos”. As atividades lúdicas de “análise sensorial misteriosa” (com os olhos vendados) e a prova de iogurte natural adicionada da polpa natural (frutas misteriosas) ocorreram no Laboratório de Análises de Alimentos (UFSM) com a

and the recipe for the preparation of natural yogurt. Thus, through playfulness, the children discovered the importance of fruit consumption “*in nature*” and that it can also be present in other food products, in addition to the integration between university, technical education and society.

KEYWORDS: health; mysterious sensory analysis, education

1 | INTRODUÇÃO

A escola é um ambiente proposto para preparar a criança e os adolescentes para a vida futura e deve apresentar vários elementos para desenvolver suas capacidades. Segundo o Ministério da Saúde é fundamental trabalhar a saúde no período escolar, já que esta instituição é um espaço propício para o desenvolvimento de programas de intervenção junto à população, pois sua abrangência não se restringe ao ensino, mas inclui também, as ações de promoção da saúde, as relações lar-escola-comunidade, a prestação de serviços, a alimentação escolar e a promoção do ambiente escolar saudável (Brasil, 2003).

A promoção de práticas alimentares e estilo de vida saudável para crianças e adolescentes, tem se tornado prioridade em políticas de saúde em todo o mundo. A escola é um espaço que desempenha um papel fundamental na formação de valores, hábitos e estilos de vida, entre eles a alimentação (Neutzling et al., 2010).

Com este mesmo contexto, no ano de 2018 foi estabelecida a Lei 13.666/2018, que altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para incluir o tema transversal de educação alimentar e nutricional no currículo escolar, sendo que as grades curriculares dos ensinos fundamental e médio deverão incluir o assunto educação alimentar e nutricional nas disciplinas de Ciências e Biologia.

Assim, o objetivo do projeto de extensão “Promoção da Saúde na Escola” foi promover atividades lúdicas sobre o tema “Descobrindo os Alimentos”, visando à promoção da saúde e a integração da universidade, a educação técnica de nível médio, e a sociedade.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

A equipe do projeto “Promoção da Saúde na Escola” busca desenvolver ações (palestras e oficinas interdisciplinares) de promoção da saúde, tendo como público alvo crianças, adolescentes e jovens adultos dos diferentes níveis de ensino, através de um trabalho interdisciplinar abordando-se temas como nutrição, higiene pessoal e dos alimentos, sexualidade e cuidados com medicamentos, contribuindo para a melhoria do ensino público.

Além disso, as atividades desenvolvidas pelo nosso projeto de extensão vão

ao encontro da nova Lei 13.666 de 2018 que estabelece a inclusão da educação alimentar e nutricional na grade curricular de dos ensinos fundamental e médio, como tema transversal.

Desta forma, na Edição de 2017 foram desenvolvidas atividades lúdicas com a comunidade carente pertencente ao bairro Santa Marta na cidade de Santa Maria/RS. As 100 crianças participantes são estudantes do 1º ano do ensino fundamental, com idades entre 6 a 8 anos de idade, de uma escola filantrópica da cidade de Santa Maria e foram conduzidas até a Universidade Federal de Santa Maria, mais precisamente ao Colégio Politécnico da UFSM ao Laboratório de Análises de Alimentos.

Para a realização das atividades lúdicas as 100 crianças foram divididas em cinco turmas (T1, T2, T3, T4 e T5), cada turma foi composta por 25 crianças. Enquanto uma turma estava realizando a atividade lúdica de “análise sensorial misteriosa” (denominação escolhida pelos pesquisadores), as demais estavam brincando no pátio do Colégio Politécnico da UFSM e vivenciando o turno da manhã da cidade universitária.

2.1 “análise sensorial misteriosa”

As crianças foram conduzidas ao Laboratório de Análises de Alimentos e após acomodação em bancos apropriados foram recebidos com mensagem de boas-vindas e apresentadas à equipe da UFSM. Aos professores responsáveis pelas turmas foi perguntado se alguma das crianças apresentava alguma restrição alimentar ou não tivesse interesse em participar das atividades, sendo a livre a participação das mesmas.

Cada criança teve seus olhos vendados com um tecido de TNT. Após a organização dos participantes foi ofertado individualmente um pedaço de fruta misteriosa para cada criança. Primeiramente foram oferecidos pedaços de banana e no segundo momento maçã (Figura 01).



Figura 01 – “Análise Sensorial Misteriosa”

Fonte: Autor,2017

Cada participante provava à fruta e falava ao condutor do teste sensorial qual era a

fruta misteriosa que estava provando. Esta denominação “Análise Sensorial Misteriosa” foi escolhida pelos pesquisadores para tornar a atividade lúdica e desafiadora para as crianças participantes.

2.2 Descobrindo os alimentos

Após a retirada da venda foi entregue o folder explicativo para cada participante (Figura 2). A partir deste momento realizou-se uma contextualização sobre a origem dos alimentos, o que seriam frutas “*in natura*” e cada criança de forma livre podem relatar a frutas de sua preferencia e quais os tipos de produtos poderiam ser elaborados com as frutas.

O leite foi a segunda matéria-prima apresentada as crianças. A partir de questionamentos e explicações realizou-se um levantamento do nome de diferentes produtos alimentícios oriundos do processamento do leite.

Neste momento, apresentou-se aos participantes o iogurte natural elaborado o qual teve a adição de polpa de frutas. As polpas das frutas (P1: maçã e P2: banana) foram elaboradas na proporção 2:1 (polpa/açúcar). No momento do teste sensorial não foi revelado aos participantes qual a polpa que estava sendo provada, a fim de verificar a aceitabilidade do produto (Figura 3).

RECEITINHA
Iogurte Natural

Ingredientes:

- 1 litro de leite
- 1/2 pote de iogurte natural ou 4 colheres de sopa
- Se desejar coloque 4 colheres de sopa de açúcar.

Modo de Preparo:

- Em uma panela (de preferência em banho-maria) adicione o leite e o açúcar, deixe ferver e desligue;
- Deixe esfriar até ficar morno;
- Adicionar o iogurte natural e mexa bem;
- Manter de 5 a 6 horas em temperatura morna (controlar a água do banho-maria) e não mexer (para que se forme o iogurte);
- Após, deixar na geladeira até o outro dia;

Obs: Pode-se adicionar geléia, calda ou frutas picadas na hora de consumir.





**COLÉGIO
POLITÉCNICO
UFSCM**

Descobrindo os alimentos!

Projeto de Extensão
“Promoção da Saúde na Escola”

EQUIPE

Orientadores:
Profª Drª Ana Paula Daniel
Profª Drª Andreia Cirolini
Profº Drº Vanessa Pires da Rosa

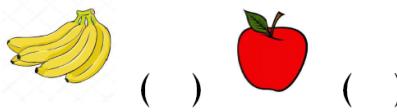
Alunos:
Priscilla Martins Nunes

e-mail: anapauladaniel@gmail.com



ANÁLISE SENSORIAL

Marque um X na fruta que você provou:





- A MAÇÃ, além de saborosa, tem considerável valor nutritivo. Contém vitaminas B1, B2, Niacina e sais minerais como Fósforo e Ferro.
- A BANANA é rica em açúcares e sais minerais, sobretudo potássio e fósforo, além de possuir teores médios de cálcio, ferro, cobre, zinco, iodo, manganês, cobalto e vitamina A.

BENEFÍCIOS DO LEITE

Leite e produtos lácteos como:

- Iogurtes;
- Bebidas lácteas;
- Queijos;
- Manteiga;

São fontes de cálcio, fósforo, magnésio e proteínas, que são essenciais para o crescimento e o desenvolvimento saudável dos ossos. O consumo adequado destas substâncias desde a infância e na vida adulta pode ajudar a tornar os ossos mais fortes e protegê-los contra doenças como a osteoporose.



Figura 02 – Folder explicativo - “Descobrindo os Alimentos”



Figura 03 – Teste Sensorial iogurte Natural com polpa de frutas

Fonte: Autor,2017

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ações sobre a educação em saúde permitem estímulos aos diferentes níveis de ensino. Os hábitos alimentares desempenham grande influência sobre a saúde, o crescimento e o desenvolvimento dos indivíduos. As crianças em idade escolar apresentam um público especial para promover ações que modificam e educam seus hábitos alimentares.

As atividades lúdicas realizadas com as crianças carentes possibilitaram a comunicação e expressão de suas percepções sobre os alimentos. Após todas as crianças provarem as frutas e retiraram as vendas foi solicitada a opinião das mesmas quanto ao sabor e a textura das diferentes frutas provadas. De modo geral, 95% (n=95) dos participantes (n=100) reconheceram as frutas misteriosas. Somente cinco crianças (5%) não apreciavam ou não quiseram provar a banana ou maçã.

As atividades educativas promovem uma alimentação adequada, fundamental

durante toda a vida, pois contribui decisivamente para o crescimento e o desenvolvimento fisiológico, a manutenção da saúde e do bem-estar do indivíduo (Albiero; Alves, 2007). Assim, através dos questionamentos e explicações do folder “Descobrindo os alimentos” os participantes tiveram a oportunidade de revelar seu conhecimento prévio sobre a origem dos alimentos e realizar a troca de conhecimento entre os colegas e a equipe do projeto.

Para avaliar o aproveitamento dos participantes foi perguntado no final das atividades duas perguntas gerais: sendo a primeira “Você gostou da atividade realizada?” e a segunda pergunta “Qual o iogurte que você mais gostou?”. Como resposta obteve-se quase 100% dos participantes gostaram muito de participar das atividades propostas. Quanto ao sabor dos iogurtes, a maioria gostou dos dois sabores, maçã e banana. Além disso, os professores responsáveis revelaram que o passeio até à Universidade Federal de Santa Maria possibilitou mudanças positivas no comportamento das crianças.

Segundo Schmitz et al., (2008) a escola surge como um espaço propício para o desenvolvimento de ações relacionadas à educação em saúde, incluindo programas de educação nutricional, os quais consistem em processos ativos, lúdicos e interativos, que possam auxiliar nas mudanças de atitudes e nas práticas alimentares. Desta forma, a atividade desenvolvida como “Análise Sensorial Misteriosa” passa a ser uma alternativa de aprendizado e metodologia que pode ser aplicada nas escolas, estando de acordo com as necessidades estabelecidas pela nova Lei 13.666 de 2018 que estabelece a inclusão da educação alimentar e nutricional na grade curricular de dos ensinos fundamental e médio, como tema transversal.

4 | CONCLUSÕES

As crianças perceberam a importância do consumo das frutas “*in natura*” e que a mesma também pode estar presente em outros produtos alimentícios naturais, além de permitir a integração entre a universidade, educação técnica e a sociedade.

As ações e orientações realizadas sobre educação em saúde sensibilizaram o público alvo, uma vez que os participantes revelam interesse e alegria em passear até a UFSM. Esperamos que a experiência vivenciada pelas 100 crianças carentes será um estímulo para o seu futuro, assim como a possibilidade de mudanças nos hábitos familiares, uma vez que cada criança levou para sua casa o folder explicativo “Descobrindo os alimentos”.

5 | AGRADECIMENTOS

Ao Colégio Politécnico da UFSM pelo apoio financeiro e bolsas para os bolsistas do projeto de extensão.

REFERÊNCIAS

- ALBIERO, K. A.; ALVES, F. S. Formação e desenvolvimento de hábitos alimentares crianças pela educação nutricional. **Revista Nutrição em Pauta**, São Paulo, v.15, n. 82, p. 17-21, 2007.
- BRASIL. Lei Nº13.666 de 16 de maio de 2018, que altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Política Nacional de Alimentação e Nutrição* (2 ed.) Brasília: Ministério da Saúde, 2003.
- NEUTZLING, M. B.; ASSUNÇÃO, M. C. F.; MALCON, M. C.; HALLAL, P. C.; MENEZES, A. M. B. Hábitos alimentares de escolares adolescentes de Pelotas, Brasil. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 3, p. 379-388, 2010.
- SCHIMITZ, B. A. S. et al. A escola promovendo hábitos alimentares saudáveis: uma proposta metodológica de capacitação para educadores e donos de cantina escolar. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, n 24, S312-S322, 2008.
- VARGAS, S. V.; LOBATO, R. C. O desenvolvimento de práticas alimentares saudáveis: uma estratégia de educação nutricional no ensino fundamental. **Vita et Sanitas**, v. 1, n. 1, p. 23-35, 2007.

QUALIDADE DE ALBÚMEN DE OVOS DE POEDEIRAS COM IDADE DE POSTURA AVANÇADA EM SISTEMA DE PRODUÇÃO ORGÂNICO

Bruna Poletti

Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Maitê de Moraes Vieira

Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre - Rio Grande do Sul

Daniela Maia

Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre – Rio Grande do Sul

110 semanas, respectivamente, aos 42 dias de armazenamento). Os melhores resultados de altura de albúmen foram encontrados no dia zero (avaliação no dia da coleta), independentemente da idade das aves, e decresceu com maior período de armazenamento. Na UH verificou-se diferenças significativas entre ovos de aves de postura de diferentes idades com o mesmo período de armazenamento, sendo 80,80; 62,43 e 75,40 para 90, 100 e 110 semanas de idade, respectivamente, com avaliação no dia da coleta (dia zero). A qualidade do albúmen diminuiu com o avanço da idade das aves e com maiores períodos de armazenamento. Ovos de aves com 110 semanas, de acordo com a classificação da UH, não estavam aptos para consumo a partir dos 28 dias de armazenamento.

PALAVRAS-CHAVE: albúmen, qualidade de ovos, armazenamento.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the internal quality, related to albumen, of laying hens eggs in organic production system with advanced laying age. A total of 144 laying eggs were collected at 3 different laying ages (90, 100 and 110 weeks) and the internal quality evaluations were performed on the day of collection (zero), at 14, 28, and 42 days of storage with 12 replicates each. The weight loss and Haugh unit (HU) were calculated, and albumen height was measured. Weight loss

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade interna, relacionada ao albúmen, de ovos de aves de postura criadas em sistema de produção orgânico com idades de postura avançada. Foram coletados 144 ovos marrons de poedeiras com 3 diferentes idades de postura (90, 100 e 110 semanas) e as avaliações de qualidade interna foram realizadas no dia da coleta (zero) e aos 14, 28 e 42 dias de armazenamento com 12 repetições cada. Calculou-se a perda de peso, unidade Haugh (UH) e mediu-se a altura do albúmen. A perda de peso aumentou com maiores dias de armazenamento dos ovos sendo observado em todas as idades, e quanto maior a idade de postura, maiores as perdas de peso dos ovos (2,44 g, 2,62 g e 4,26 g para 90, 100 e

increased with longer egg storage days. This behavior was observed at all ages, and the higher laying age, the greater the weight loss (2.44 g, 2.62 g and 4.26 g for 90, 100 and 110 weeks, respectively, at 42 days of storage). The best albumen height results was verified on day zero (assessment on the day of collection), regardless of the age of laying hens, and decreases with longer storage period. In the HU was verified significant difference between laying hens of different ages with the same storage period, being 80,80; 62.43 and 75.40 for 90,100 and 110 weeks of age, respectively, with evaluation on the day of collection (day zero). The albumen quality decreased with the advance of the age of laying hens and with increased of period of storage. Eggs of laying hens with 110 weeks, according to the UH classification, was not suitable for consumption after 28 days of storage.

KEYWORDS: albumen, egg quality, storage.

1 | INTRODUÇÃO

O interesse dos consumidores por alimentos de produção orgânica aumenta gradativamente, tendo em vista a sustentabilidade e a busca por dietas mais saudáveis. Nesse sentido a produção e o consumo de ovos oriundos de sistemas orgânicos têm crescido muito nos últimos anos. A produção de ovos orgânicos cresceu continuamente ao decorrer da última década, todavia, ainda se encontra em menores quotas em relação aos ovos convencionais (Carvalho, 2017). A maior produção mundial de ovos orgânicos está na Dinamarca, seguida pela Áustria e Reino Unido. Todavia, ainda não se tem informações precisas quanto à qualidade em relação aos padrões externos e internos deste tipo de ovo ao longo da sua vida de prateleira (Ferreira, 2013).

O ovo é um dos alimentos mais completos, sendo composto de proteínas, glicídios, lipídios, vitaminas, minerais e ácidos graxos essenciais (Carvalho, 2007). O albúmen representa cerca de 60% da composição total do ovo, e é responsável por fornecer as proteínas do mesmo (Medeiros, 2014). A perda de qualidade dos ovos é um processo inevitável e contínuo, e é afetada pela idade da ave e tempo de armazenamento dos ovos (Saccomani, 2015).

Com o decorrer do tempo de estocagem dos ovos, o albúmen denso vai se decompondo e perdendo sua consistência devido à diminuição de água no mesmo. Isso faz com que a porção fluida aumente e o albúmen perca altura, espalhando-se com facilidade e alterando o seu grau de acidez, o que faz com que o valor do pH esteja diretamente relacionado com a sua fluidificação (BARBOSA et al., 2012). Silversides et al. (1993) e Silversides & Villeneuve (1994) constataram que o peso do ovo e a altura de albúmen espesso são fracamente relacionados estatisticamente, e que a relação entre essas variáveis para ovos de aves mais jovens não é a mesma do que para aves mais velhas. Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade interna, relacionada ao albúmen, de ovos de aves criadas em sistema de produção orgânico com idades de postura avançada.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

Os ovos foram coletados em uma propriedade produtora de ovos situada na cidade de Viamão/RS ($30^{\circ}06'28.4''S$ $51^{\circ}03'57.0''W$), vinculada à Associação Agroecológica do Rio Grande do Sul, e recebeu o certificado de Conformidade Orgânica através da Rede de Agroecologia Ecovida em Outubro de 2011. As avaliações de qualidade de albúmen dos ovos foram realizadas na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Foram coletados 144 ovos marrons durante o período experimental, que foi de Setembro à Dezembro de 2017. Os ovos foram coletados quando as aves completaram diferentes idades de postura (90, 100 e 110 semanas), e lavados em água corrente, secos com ventilação forçada e após pesagem dos mesmos, foram distribuídos para posterior avaliação do tempo de armazenamento. Todos os ovos foram armazenados em sala com controle de umidade relativa do ar ($70 \pm 4\%$) e temperatura ($14 \pm 2^{\circ}C$) e foram avaliados em diferentes períodos de armazenamento (0, 14, 28 e 42 dias) a fim de caracterizar qualidade do albúmen de ovos de aves com idade de postura avançada.

A perda de peso dos ovos foi calculada através da diferença dos pesos do mesmo no dia da coleta e no dia de avaliação.

A altura de albúmen foi determinada, após a quebra do ovo, com o auxílio de um paquímetro digital, foi medida a altura do albúmen na área do albúmen denso, próximo à gema.

A unidade Haugh (UH) é uma unidade que correlaciona a altura da camada densa do albúmen com o peso do ovo, sendo calculada mediante a equação: $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 \times W \times 0,37)$, onde H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g) (Haugh, 1937).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial de 3×4 , sendo três idades de postura e quatro períodos de armazenamento, com 12 repetições cada. Os dados foram submetidos à análise de variância através do PROC GLM. As médias foram comparadas pelo teste de TUKEY a 5% de significância. Os fatores de tempo de armazenamento e idade da ave de postura foram submetidos à análise de regressão utilizando o PROC REG. Todas as análises estatísticas foram realizadas no pacote computacional SAS®.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas avaliações de qualidade de albúmen houve interação significativa entre os fatores avaliados (Tabela 1). A qualidade do albúmen dos ovos diminuiu com o aumento do tempo de armazenamento e da idade de postura das aves.

Idade	Dias de armazenamento			
	0	14	28	42
Perda de Peso (g)				
90	0,54 ^{Aab}	1,16 ^{Ab}	2,44 ^{Ac}	
100	1,46 ^{Bb}	1,76 ^{Abc}	2,62 ^{Ac}	
110	1,12 ^{ABA}	2,20 ^{Bc}	4,26 ^{Bd}	
Altura albúmen (mm)				
90	6,93 ^{Aa}	4,26 ^{Ab}	3,23 ^{Ac}	2,56 ^{Ad}
100	4,74 ^{Ba}	3,27 ^{Bb}	2,60 ^{Bc}	2,07 ^{Bd}
110	6,25 ^{Ca}	4,14 ^{Ab}	2,12 ^{Cc}	2,05 ^{Bc}
Unidade Haugh				
90	80,80 ^{Aa}	57,51 ^{Ab}	43,64 ^{Ac}	33,26 ^{Ad}
100	62,43 ^{Ba}	44,73 ^{Bb}	32,64 ^{Bc}	21,97 ^{Bd}
110	75,40 ^{Ca}	56,25 ^{Ab}	19,40 ^{Cc}	21,67 ^{Bc}

Tabela 1 – Interação entre idade de postura e período de armazenamento sobre sobre as características de qualidade de albúmen e perda de peso dos ovos.

*Letras maiúsculas diferem na coluna e minúsculas diferem na linha pelo Teste Tukey a 5% de probabilidade, $P<0,001$.

Em todas as idades a perda de peso aumentou com maiores períodos de armazenamento. Observou-se que ovos oriundos de aves de postura mais novas apresentaram menor perda de peso, independentemente do tempo de armazenamento. Os ovos de aves com 110 semanas aos 42 dias de armazenamento apresentaram o dobro de perda de peso quando comparados aos ovos de poedeiras com idade de postura de 90 semanas com o mesmo período de armazenamento. Souza (2013) verificou alterações significativas na perda de peso ao avaliar o período de armazenamento (0,5,10,15 e 20 dias) e a idade das aves (25,37 e 78 semanas), onde ovos produzidos pelas aves mais velhas apresentavam maior peso inicial, contudo, também apresentaram maiores perdas de peso ao longo do armazenamento. Em estudos avaliando a estocagem de ovos por até 30 dias, Lana et al. (2017) observaram redução de 9,20% no peso dos ovos quando armazenados em ambiente com temperatura e umidade elevados. O mesmo foi verificado por Figueiredo et al. (2012), que durante o armazenamento a 21°C, a perda de peso dos ovos aumentou de 0,65 para 1,03 g, com cinco e 10 dias de armazenamento, respectivamente. Os resultados encontrados no presente estudo, concordam com os demais autores, e podem ser explicados devido ao fato de que a quantidade de cálcio disponibilizado pela ave para a cobertura dos ovos é a mesma durante toda a sua vida, porém com o avanço da idade da ave os ovos aumentam seu tamanho e, consequentemente, a espessura de casca diminui, fazendo com que haja um maior número de poros na mesma, favorecendo a perda de água do ambiente interno para o externo (Scatolini, 2013).

O albúmen possui grande influência na perda de qualidade dos ovos, e pode ser medido através da altura de albúmen, pH e unidade Haugh (Pissinati, 2014). Na altura de albúmen verificou-se efeito linear para idade da poedeira e quadrático para tempo de armazenamento ambos negativos. O albúmen perdeu altura ao longo do armazenamento (Gráfico 1) e também foi menor em aves de postura mais velhas.

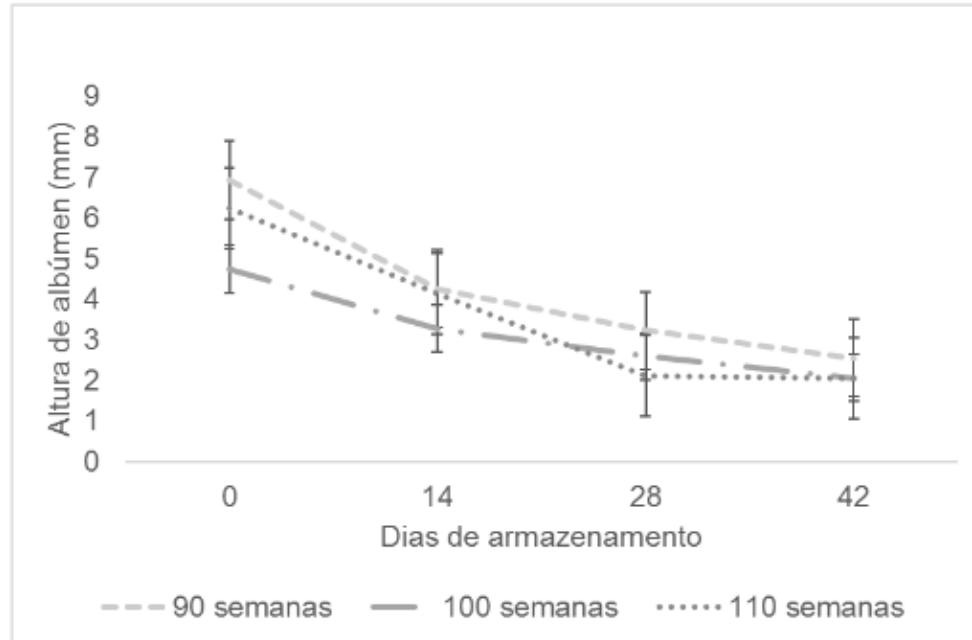


Gráfico 1 – Altura de albúmen (mm) de ovos de poedeiras em sistema de produção orgânico com idade de postura avançada.

Na avaliação da unidade Haugh verificou-se efeito quadrático decrescente de acordo com o período de armazenamento, demonstrando efeito pronunciado em aves mais velhas (Gráfico 2).

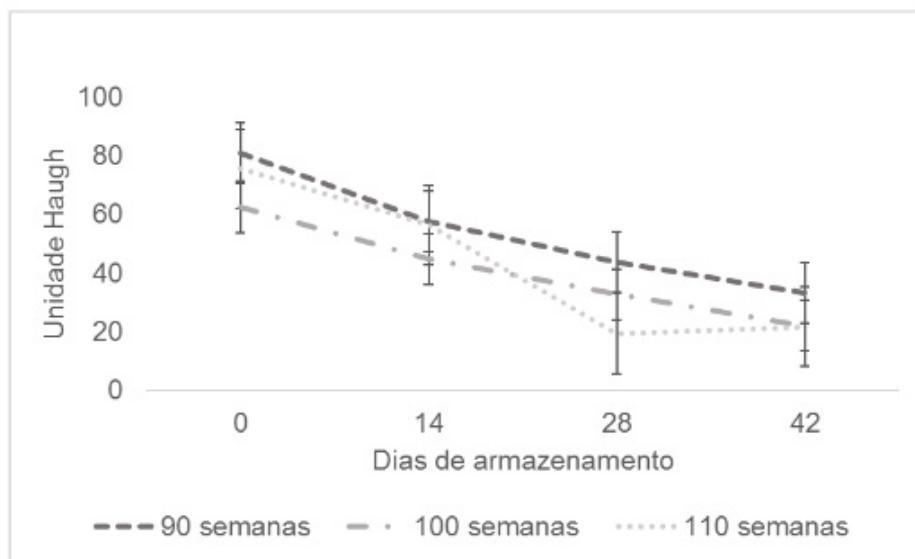


Gráfico 2 - Valores de Unidade Haugh de ovos de aves de postura com idade de postura avançada, mantidas em sistema de produção orgânico.

A interação verificada entre os fatores estudados para esta resposta ($P < 0,05$) demonstrou que aves mais jovens produziram ovos com valores superiores aos de aves com maior idade. Maiores períodos de armazenamento apresentaram redução nos valores de unidade Haugh. O valor de unidade Haugh diminuiu de 80,80 para 33,26 após 42 dias de armazenamento, em ovos de aves com 90 semanas; de 62,43

para 21,97 para ovos de aves com 100 semanas e de 75,40 para 21,67 para ovos de aves com 110 semanas de postura. Garcia et al., (2015), que avaliaram a vida de prateleira dos ovos considerando os efeitos do período de estocagem (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias) e da idade da ave (31, 38, 45, 50, 78 e 91 semanas) com diferentes linhagens, verificaram o mesmo efeito na análise de regressão, onde a unidade Haugh diminuiu de 94,03 para 58,61 após 15 dias de armazenamento dos ovos de aves de postura com 38 semanas, e de 83,5 para 40,37 para o mesmo período de estocagem em aves com 91 semanas. Em estudos vida de prateleira, resultados semelhantes foram evidenciados com 16 (Garcia et al., 2010), 21 (Freitas et al., 2011) e 35 dias (Figueiredo, 2012) de estocagem dos ovos onde a unidade Haugh diminui significativamente com o aumento do tempo de armazenamento. Quanto maior o valor da UH, melhor será a qualidade dos ovos, que são classificados segundo o Ministério da Agricultura dos Estados Unidos (USDA) em ovos tipo AA (100 até 72), A (71 até 60), B (59 até 30), C (29 até 0). Considerando os parâmetros de classificação da UH, os ovos de aves de 110 semanas, já aos 28 dias de armazenamento estavam na classe C (<30) e não seriam considerados próprios para consumo. Nesse sentido, somente os ovos de aves com 90 semanas de idade estariam próprios para consumo até os 42 dias de armazenamento.

4 | CONCLUSÃO

A qualidade do albúmen de ovos de aves com idade de postura avançada diminuiu de forma significativa ao longo do armazenamento. E quanto mais velha a ave, maiores foram as perdas na qualidade do albúmen.

Os ovos de aves com até 90 semanas oriundas do sistema de pordução orgânico poderiam ser consumidos até os 42 dias armazenamento enquanto que ovos de aves com 100 e 110 semanas não estavam aptos para o consumo a partir de 28 dias de armazenamento .

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, V.M.; BAIÃO, N.C.; MENDES, P.M.M. et al. **Avaliação da qualidade da casca dos ovos provenientes de matrizes pesadas com diferentes idades.** Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.64, p.1036-1044, 2012.
- CARVALHO, F.B.; STRINGHINI, J.H.; JARDIM FILHO, R.M. et al. **Qualidade interna e da casca para ovos de poedeiras comerciais de diferentes linhagens e idades.** Ciência Animal Brasileira, v.8, n.1, p.25-29, 2007.
- FIGUEIREDO, E.A.P., SOARES, J.P.G. **Sistemas orgânicos de produção animal: dimensões técnicas e econômicas.** Anais da 49^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Brasília, julho de 2012.
- FREITAS, L.W.; PAZ, I C.L.A.; GARCIA, R.G. et al. **Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento.** Revista Agrarian, v.4, n.11, p.66-72, 2011.

GARCIA, E.R.M.; ALVES, M.C.F.; CRUZ, F.K.; CONTI, A.C.M.; BATISTA, N.R.; FILHO, J.A.B. **Qualidade interna de ovos: efeito do armazenamento, linhagem e idade da poedeira.** Revista Brasileira de Agropecuária sustentável, v.5, n.1., p.101-109, Julho, 2015.

GARCIA, E.R.M.; ORLANDI, C.C.B.; OLIVEIRA,C.A.L. et al. **Qualidade de ovos de poedeiras semipesadas armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem.** Revista Brasileira de Saúde Produção Animal, v.11, n.2, p.505-518, 2010.

HAUGH, R.R. **The Haugh unit for measuring egg quality.** Egg Poultry Magazine, Chicago, v. 43, p: 552-555. 1937.

LANA, S.R.V.; LANA, G.R.Q.; SALVADOR,E.L.; LANA, A.M.Q.; CUNHA, F.S.A. MARINHO, A.L. **Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem.** Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal, Salvador, v.18, n.1, p.140-151 jan./mar., 2017.

MEDEIROS, F.M.; ALVES, M.G.M **Qualidade de ovos comerciais.** Revista eletrônica Nutritime, v.11, n.4, p.3515 – 3524, Julho/Agosto de 2014.

PISSINATI, A., OBA, A., YAMASHITA, F., DA SILVA, C. A., PINHEIRO, J. W., ROMAN, J. M. M. **Qualidade interna de ovos submetidos a diferentes tipos de revestimento e armazenados por 35 dias a 25°C.** Semina: Ciências Agrárias , v. 35, n. 1, p. 531-540, 2014.

SACCOMANI, A.P.O. **Qualidade físico-química de ovos de poedeiras criadas em sistema convencional, Cage-free e free-range.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Zootecnia APTA/SAA. Nova Odessa, 2015.

SCATOLINI, A.M.S.;BORBA, H.; SOUZA, P.A.; BOIAGO, M.M. ; MELLO, J.L.M.; VAZ, A.B.S. **Qualidade física de ovos armazenados em diferentes condições de embalagens sob temperatura ambiente.** Archivos de Zootecnia vol. 62, núm. 238, p. 248. 2013.

SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. **Research note: a study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs.** Poultry Science, v.72, p.760-764, 1993.

SILVERSIDES, F.G.; VILLENEUVE, P. **Is the Haugh unit correction for egg weight valid for eggs stored at room temperature?** Poultry Science, v.73, p.50-55, 1994.

SOUZA, P.A. et al. **Influência da idade da ave sobre a qualidade dos ovos.** In: Trabalhos de Pesquisa. Campinas: FACTA, 1994. p. 169-170. 2013.

REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA: BAGAÇO DE MALTE EXTRUSADO PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

Tatielly de Jesus Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia – IFBA
Barreiras – Bahia.

Magda Maria Oliveira Inô

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia – IFBA
Barreiras – Bahia.

Vanessa Regina Kunz

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia – IFBA
Barreiras – Bahia.

Frederick Coutinho de Barros

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia da Bahia – IFBA
Barreiras – Bahia.

uma verificação acerca do reaproveitamento do bagaço de malte de cevada, com foco na elaboração de produtos alimentícios, como alternativa de descarte sustentável na gestão de resíduos em cervejarias. Nesta perspectiva, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre as possíveis formas de utilização do bagaço do malte. As informações coletadas evidenciam que o bagaço do malte apresenta composição favorável para reutilização em ramos industriais significativos, em particular, na indústria alimentícia.

PALAVRAS-CHAVE: bagaço de malte, tratamento de resíduos, cervejaria, reaproveitamento.

ABSTRACT: Beer is a drink of wide diffusion and intense consumption. In the world scenario, Brazil is among the three largest beer producers. As opposed to the significant revenue obtained from the final product, the total waste generated from the beer processing is substantial. Malting is regarded as the main by-product of the brewing process, accounting for approximately 20 kg per 100 liters of beer produced. Consequently, it is encouraged to seek options for reuse of this waste. The present work aims to verify the reuse of barley malt, focusing on the elaboration of food products, as an alternative for sustainable waste disposal in breweries. From this perspective, a bibliographic survey

RESUMO: A cerveja é uma bebida de ampla difusão e intenso consumo. No cenário mundial, o Brasil se posiciona entre os três maiores produtores de cerveja. Em oposição à receita significativa obtida com o produto final, o total de resíduos gerados com o processamento de cerveja é substancial. O bagaço de malte é tido como principal subproduto do processo cervejeiro, responsável por aproximadamente 20 kg a cada 100 litros de cerveja produzida. Consequentemente, incentiva-se buscar opções de reutilização desse resíduo. O presente trabalho tem como objetivo realizar

was carried out on the possible ways of using malt bagasse. The information collected shows that malt bagasse has a favorable composition for reuse in significant industrial sectors, particularly in the food industry.

KEYWORDS: malt bagasse, waste treatment, brewery, reuse.

1 | INTRODUÇÃO

Dentre as bebidas alcóolicas consumidas no Brasil, a cerveja contribui com cerca de 70% desse consumo, se destacando também na pauta de exportações, na qual foi responsável por 54% do valor exportado entre os anos de 2007 a 2016 (VIANA, 2017). Em valores, entre os anos de 2005 e 2015, as exportações triplicaram, tendo saltado de US\$ 28,4 milhões para US\$ 89,5 milhões (VALENTE JUNIOR e ALVES, 2016).

Em 2004, o Brasil ocupava o 5º lugar na produção de cerveja no mundo com média de 8,5 bilhões de litros/ano, estando atrás da China, EUA, Alemanha e Rússia (SANTOS e RIBEIRO, 2005). Após três anos, o Brasil tornou-se o 3º maior produtor no mercado de cerveja, perdendo, em volume, para a China (46 bilhões de litros/ano), Estados Unidos (22 bilhões de litros/ano). A produção máxima obtida foi de 14,1 bilhões de litros em 2014 (VALENTE JUNIOR e ALVES, 2016). O consumo da bebida, por sua vez, atingiu patamares de 14 bilhões de litros/ano em 2017 (LOPES *et al.*, 2017).

Para fabricação da cerveja são necessários basicamente, malte (enzimas e carboidratos), complementos do malte (amido e açúcares), leveduras, lúpulo e água (OETTERER *et al.*, 2006). O malte mais usado para fabricação de cervejas é o de cevada, pois os seus níveis são indicativos da qualidade da espuma e dependem do tipo de cevada utilizado, da região e do país onde esta foi produzida (VASCONCELOS, 2017). A qualidade da espuma possui a capacidade de influenciar na decisão de compra dos consumidores, sendo, portanto, muito importante para a indústria cervejeira.

O estágio tecnológico dos principais bens de capital empregados nas cervejarias dedica esforços para melhorias relacionadas a temas como redução do consumo de água e de energia, da emissão de gases estufa e da geração de resíduos (BNDS, 2014). O principal resíduo sólido gerado durante o processamento da cerveja é o bagaço do malte, que se trata de um composto sólido da matéria-prima usada na fermentação (FERRINHO *et al.*, 2013). Esse bagaço é gerado de 14 a 20 kg a cada 100 litros de cerveja produzida (LOPES *et al.*, 2017). Diante da quantidade de litros de cerveja produzidos anualmente no País, é gerado enorme quantidade deste subproduto.

De acordo com Lima (2010), o bagaço de malte contém de 15 a 25% de proteínas (massa seca) e 70% de fibras (massa seca), apresentando também em sua composição lipídeos, minerais, vitaminas, aminoácidos e compostos fenólicos; isto pode variar, a depender da origem e da qualidade de suas composições. Segundo o mesmo autor, tais fatores como o alto valor de fibras, resíduo de proteínas e açúcares, torna este bagaço com potencial de utilização em produtos elaborados na panificação,

como pães de forma e biscoitos, onde o incremento, principalmente em fibras, traz benefícios ao consumidor do ponto de vista nutricional e de funcionalidade.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo realizar um estudo acerca do reaproveitamento do bagaço de malte de cevada, com foco na elaboração de produtos alimentícios, como alternativa de descarte sustentável na gestão de resíduos em cervejarias. O presente trabalho se justifica pelo fato de a valorização do resíduo promover aumento do valor agregado da matéria-prima e do produto, trazendo benefícios a indústrias, em particular, à indústria de alimentos.

2 | METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre formas de reaproveitamento do bagaço do malte, com ênfase nas possibilidades de uso pela indústria de alimentos. A bibliografia consultada compreende periódicos, sites, livrarias eletrônicas, bem como livros e normas vigentes.

3 | PRODUÇÃO DE CERVEJA

A produção de cerveja consiste em um processo biotecnológico que, a depender do tipo de cerveja a ser produzida, é constituído por quatro etapas definidas (OETTERER *et al.*, 2006): 1) malteação (germinação da cevada); 2) produção do mosto cervejeiro (extração e hidrólise dos componentes da cevada malteada, seguido de uma separação dos componentes insolúveis, e posterior fervura com a adição de lúpulo); 3) fermentação (dividida em fermentação primária e maturação); e 4) processamento final (filtração, estabilização, engarrafamento, etc.). Essa bebida é obtida, principalmente, pela fermentação da cevada, que constitui na conversão dos açúcares presentes nos grãos de cevada em álcool (SORBO, 2017). As quatro etapas definidas para sua elaboração estão interconectadas conforme fluxograma ilustrado pela Figura 1.

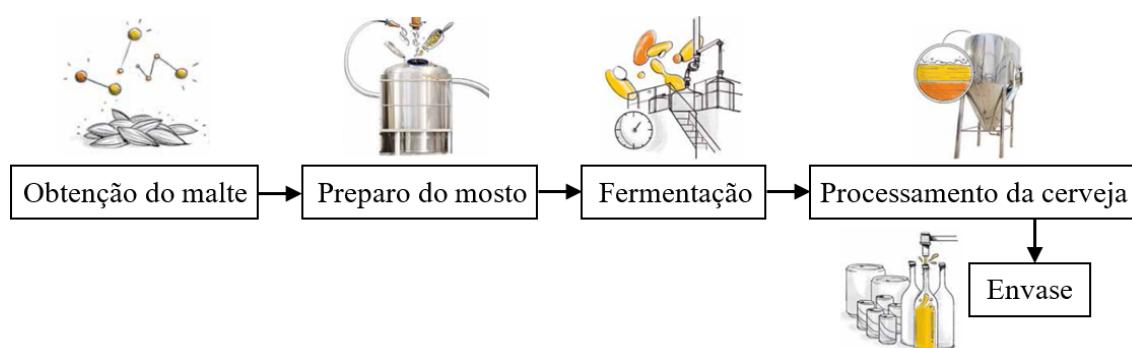


Figura 1 - Fluxograma do processo de produção de cerveja.

3.1 Principais resíduos sólidos gerados

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas-ABNT (2004), os resíduos agroindustriais podem ser encontrados nos estados sólidos, semissólidos e líquido, resultantes de atividade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, bem como os lodos provenientes dos sistemas de tratamento de água. Também são incluídos nesse grupo, determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou corpos de água, ou exijam para soluções técnica e economicamente inviável em face a melhor tecnologia disponível.

No Brasil, o problema dos resíduos industriais é tratado, na Constituição Brasileira (Brasil, 1988) (Artigo 225 - proteção ao meio ambiente); Lei 6.938/1981 - Política Nacional de Meio Ambiente (Brasil, 1981); Lei 6.803/1980 - diretrizes básicas para o zoneamento industrial em áreas críticas de poluição (Brasil, 1980); resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente: CONAMA 257/263/258 e CONAMA 313 (Brasil, 1999a, b, c; Brasil, 2002); Agenda 21 (ONU, 1992) (Rio-92 – Capítulos 19, 20 e 21); e Lei 12.305/2010 -Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010). Esta última lei regulamenta a destinação final dos lixos produzidos proibindo seu descarte no meio ambiente, queima a céu aberto, incentivando à reciclagem e a compostagem.

De acordo com Veturini (2016), estima-se que a produção mundial anual de resíduo cervejeiro é de aproximadamente 30 milhões de toneladas, sendo a produção brasileira em torno de 1,7 milhões ao ano. Neste contexto, Santos e Ribeiro (2005) afirmam que durante o processo de produção de cerveja os resíduos sólidos são gerados principalmente nas etapas de filtragem, envase e tratamento de água e efluentes líquidos. Os principais resíduos, gerados nas etapas destacadas na Figura 2, são:

- Bagaço de malte: resíduo gerado na filtração do mosto após a caldeira de mostura, antes da fervura;
- *Trub* grosso: resíduo tirado do *whirlpool* (tanque circular no qual as proteínas e outras partículas do mosto são separadas por efeito centrífugo) na clarificação após o cozimento, composto de gordura vegetal e proteínas coaguladas;
- *Trub* fino: resíduo obtido na segunda filtração, composto de gordura vegetal, que sai misturado à terra diatomácea e parcelas de levedo;
- Excesso de levedura: durante o processo de fermentação as leveduras se reproduzem, obtendo-se ao final do processo mais levedo do que se utilizará na próxima batelada;
- Pasta celulósica: composta dos rótulos removida na lavagem das garrafas retornáveis (resíduo de envase);
- Garrafas quebradas, latas e tampas metálicas amassadas, plástico e papelão originários de embalagens (resíduo de envase);

- Terra Diatomácea: usada na clarificação;
- Lodo: tanto na Estação de Tratamento de Águas (ETA) como na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), geram-se quantidades consideráveis de lodo, que deve ser corretamente gerenciado como resíduo.

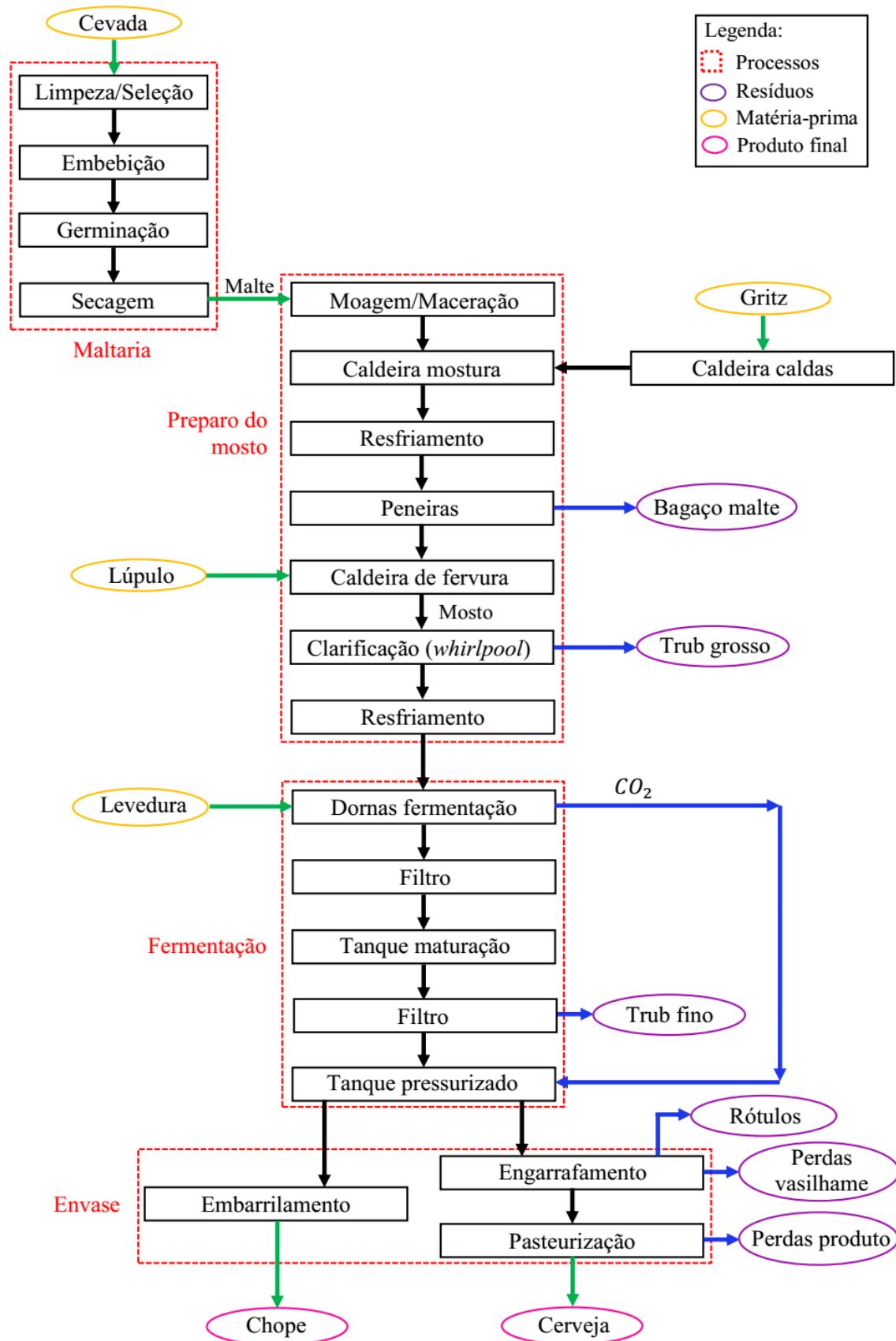


Figura 2 – Fluxograma do processo cervejeiro e seus principais resíduos. Adaptado de Santos e Ribeiro (2005).

Dentre os resíduos sólido citados, o bagaço do malte (proveniente do malte da cevada) é considerado o principal resíduo da indústria cervejeira, pois corresponde cerca de 85% do total de resíduos obtidos, sendo gerado em grandes quantidades durante o ano todo, tanto pelas grandes quanto pelas pequenas cervejarias (LIMA, 2010).

Estima-se que para cada 100 Kg de malte de cevada empregado no processo de fabricação de cerveja, são obtidos 125 a 130 Kg de bagaço de malte na forma úmida (cerca de 80% de umidade), essa relação corresponde a uma geração de aproximadamente 20 Kg de bagaço para cada 100 litros de cerveja produzido (LIMA, 2010).

3.2 Sugestões de tratamento e aproveitamento para o bagaço de malte

Os resíduos gerados no processo de produção de cerveja apresentam qualidades com elevado potencial para serem reaproveitadas. Com isto, é de grande importância a avaliação das vantagens e desvantagens do uso destes resíduos, observando custo e benefício dos subprodutos que podem ser obtidos a partir desses elementos. De acordo com Cordeiro (2011), os resíduos sólidos gerados na indústria cervejeira, provenientes em grande parte das etapas de filtragem e envase, inclusive o bagaço de malte, possuem boas características nutricionais. Se bem gerenciados, esses resíduos podem gerar lucros para a indústria alimentícia, por exemplo, e como consequência, reduzir impactos ambientais (VENTURINI, 2016).

No trabalho de Cordeiro (2011), sobre a caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte, foi mostrado que o bagaço do malte pode ser utilizado para fins energéticos, como combustível sólido. A mesma autora cita ainda que esse bagaço, devido a suas propriedades nutricionais, como elevado teor de fibras e carboidratos, pode ser utilizado tanto para alimentação humana, quanto para ração animal. Essas mesmas características em sua composição química possibilitam seu uso em diversos setores industriais, abrangendo indústrias de alimentos, energia e de processos biotecnológicos, entre outros. Um resumo de algumas destas aplicações está apresentado na Figura 3.

Uma das desvantagens do bagaço de malte é o fato de esse produto apresentar uma alta umidade, o que limita seu tempo útil de consumo *in natura* para até 30 dias (SCHMIDT, 1989 *apud* CORDEIRO, 2011). Ainda assim, o bagaço de malte apresenta características propícias ao seu uso na alimentação animal. Contudo, o seu uso para este fim apresenta algumas limitações como, por exemplo, o alto teor de umidade e o teor de proteínas totais insuficiente para alimentação animal.

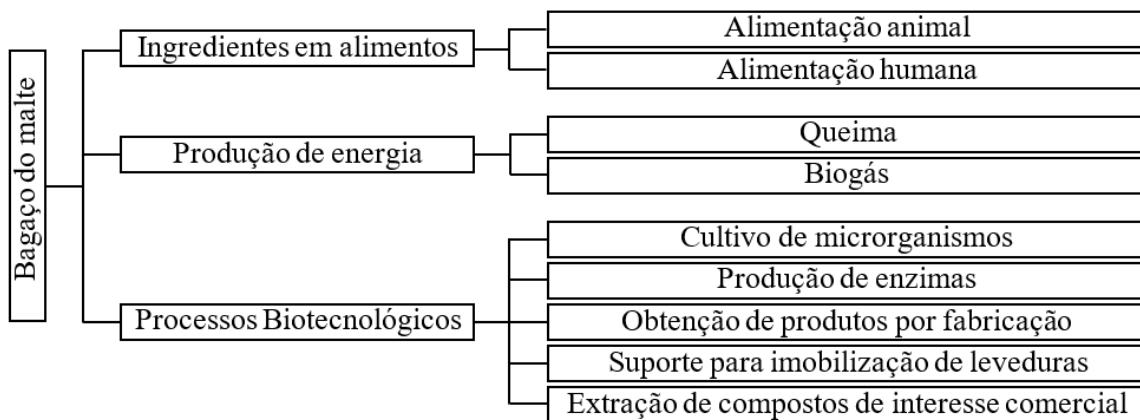


Figura 3 - Potenciais aplicações para o aproveitamento do bagaço do malte. Adaptado de Lima (2010).

3.3 Bagaço do malte na alimentação humana

Esse bagaço apresenta, também, características ótimas para a aplicação na fabricação de uma variedade de produtos voltados a alimentação humana (CORDEIRO, 2011). Em seu trabalho sobre o desenvolvimento de pão a partir do bagaço de malte, Mattos (2010) observou que com a adição de 30% de bagaço de malte na massa do pão promoveu a apresentação de um produto de aparência e textura semelhantes a um pão integral.

Dentre os diversos modos de utilização do bagaço do malte, destaca-se o seu emprego em processos de produção de alimentos. Segundo França *et al.* (2013), este subproduto da indústria cervejeira pode ser aplicado na fabricação de produção de *snacks* (petiscos) e cereais matinais utilizando a tecnologia de extrusão termoplástica, que se trata de uma tecnologia de processo que utiliza uma máquina de tratamento térmico, onde há uma combinação de calor, umidade e processo mecânico. Logo, tem-se a alteração das matérias-primas, com novos formatos, estruturas e características nutricionais.

De acordo com Mussatto (2014) e França *et al.* (2015) tem-se a adição da farinha de arroz, preparada separadamente e, juntamente com o bagaço da cevada, são submetidos a altas temperaturas na hora do cozimento. Diante dessa pressão, os resíduos são moldados em forma de salgadinho, formato semelhante ao dos salgadinhos que são comercializados, e cereais matinais, que são aproveitados como fontes de nutrientes, em especial, fibras e minerais, e utilizados na elaboração de diversos alimentos, como farinha e amido de milho.

O processo de extrusão é tido como versátil, visto que, utilizando os mesmos ingredientes básicos, realizando pequenas mudanças no equipamento e nas condições de operações, pode ser obtida uma diversidade de produtos com formas, texturas, sabores e aparências variados (BIELI *et al.*, 2015).

França *et al.* (2013), afirmam que o ganho de valor agregado aos produtos extrusados pode ultrapassar a 2000% do valor da matéria-prima *in natura*, a exemplo dos *grits* de milho, cujo produto final pode chegar a valer R\$1,50, sendo que o seu

processamento custa apenas R\$0,03. Entretanto, devem ser considerados também os demais custos de produção, a exemplo, o custo de embalagem, além dos demais custos envolvidos no processamento.

3.4 Outras aplicações do bagaço do malte

Outra alternativa para a reutilização do bagaço do malte, segundo Lima (2010), é sua utilização em processos biotecnológicos como, por exemplo, para a produção de enzimas e cultivo de microrganismos.

Para estudo da viabilidade na produção de energia, Lima et al. (2014) realizaram uma hidrólise enzimática para conversão de celulose em glicose, em seguida, verificou-se a viabilidade do processo para a produção de etanol a partir da fermentação da biomassa realizada com o bagaço do malte. Os resultados indicaram a presença de características favoráveis para a obtenção do bioetanol, gerando menos custo e poluição. Há uma série de outras possíveis aplicabilidade ao bagaço do malte, que vão desde a fabricação de carvão, até mesmo, a utilização das cinzas desse resíduo para elaboração de tijolos que possam ser utilizados na construção civil (LIMA, 2010).

4 | CONCLUSÃO

O bagaço de malte possui características satisfatórias para a produção alimentícia. Visto isto, faz-se estritamente necessário que as etapas do fluxo de produção das indústrias cervejeiras sejam conhecidas, bem como os seus resíduos gerados e a composição destes, para que se possa proporcionar tratamentos adequados e eficientes, que tragam vantagens ao produtor, à sociedade e ao ambiente. O processo de extrusão se mostra um aliado importante no reaproveitamento do bagaço de malte, sendo necessário a realização de novas pesquisas, afim de se obter todos os dados necessários para implementação desse processo na indústria.

Dentre outras possibilidades, salgadinhos do tipo *snacks* se apresentam como alternativa de aproveitamento de resíduos cervejeiro para produção de alimento de qualidade com um custo reduzido. Apesar da existência de diversos trabalhos na literatura voltados para o reaproveitamento do bagaço do malte, esse aproveitamento ainda é bem limitado na indústria, em particular, na indústria de alimentos, mas seu potencial como matéria-prima possui muitos pontos a serem explorados.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004 – **Resíduos sólidos Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

BIELI, N. C.; MARQUES, D. R.; MARCHI, L. B.; QUELHAS, J. O. F.; CHINELLATO, M. M.; MONTEIRO, C. C. F.; MONTEIRO, A. R. G. **Produção de snack extrusado com adição de farinha de bagaço de malte**. Revista Tecnológica – Edição Especial 2014. Maringá, 2015.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 23 de setembro de 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 313**, de 29 de outubro de 2002 - In: Resoluções, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 263/99**, de 12 de novembro de 1999 - In: Resoluções, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 258/99**, de 26 de agosto de 1999 - In: Resoluções, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 257/99**, de 30 de junho de 1999 - In: Resoluções, 1999.

BRASIL. **Constituição Federal - Art. 225: Capítulo IV - Do Meio Ambiente, 1988.** Disponível em: <https://www.senado.leg.br/atividade/const/con1988/con1988_atual/art_225_.asp>. Acesso em: 23 de setembro de 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.938/1981, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e da outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=313>>. Acesso em: 23 de setembro de 2018.

BRASIL. **Lei nº 6.803/1980, de 02 de julho de 1980.** Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm>. Acesso em: 23 de setembro de 2018.

CERVIERI JÚNIOR, O.; TEIXEIRA JUNIOR, J. R.; GALINARI, R.; RAWET, E. L.; SILVEIRA, C. T. J. da. **O setor de bebidas no Brasil.** BNDS Setorial 40, p. 93-130, 2014.

CORDEIRO, L. G. **Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energéticos.** Dissertação (Mestrado) 120 p. - UFPB/CT, 2011.

FERRINHO, A. M.; TODA, B. M; UTEMBERGUE, B. L.; PEREIRA, A. S. C. **Resíduos de cervejaria: uma alternativa na nutrição animal.** III Simpósio de Sustentabilidade e Ciência Animal, São Paulo: USP, 2013.

FRANÇA, V. F.; NASCIMENTO, K. de O. do; ASCHERI, J. L. R. **A extrusão termoplástica como alternativa de desenvolvimento de produtos resultantes da casca de maracujá.** Acta Tecnológica, v. 8, n. 2, 2013.

LIMA, U. A. **Matéria-prima dos alimentos.** São Paulo: Editora Blucher, 2010.

LIMA, T. C.; ARAÚJO, I. O.; ANTUNES, J. G.; MATOS, C. J. G.; PEREIRA, C. S. S. **Estudo da produção de bioetanol a partir do bagaço de malte.** Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n. 1, p. 595-600, São Paulo, 2014.

LOPES, P. R. M; MORALES, E. M; MONTAGNOLLI, R. N. **Cerveja brasileira: do campo ao copo.** Revista Agronomia Brasileira, v. 1, São Paulo, 2017.

MATTOS, C. **Desenvolvimento de um pão fonte de fibras a partir do bagaço de malte.** (Monografia) 41 p. - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MUSSATTO, S. I. **Brewer's spent grain: a valuable feedstock for industrial applications.** Journal of the Science of Food and Agriculture, v. 94, n. 7, Londres, 2014.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Barueri, SP: Editora Manole, 2006.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Agenda 21 Global: capítulos 19 a 21, Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento.** Rio de Janeiro, 1992.

SANTOS, M. S.; RIBEIRO, F. M. **Cervejas e Refrigerantes: Série P+L.** São Paulo: CETESB, 2005.

SORBO, A. C. A. C. **Avaliação das propriedades de uma cerveja artesanal tipo Pilsen suplementada com polpa de maracujá.** Dissertação (Mestrado) 62 p. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agronômicas. Botucatu, 2017.

VALENTE JUNIOR, A. S.; ALVES, F. C. D. A. **Bebidas Alcóolicas: Cerveja.** Caderno Setorial ETENE, ano 1, n. 2, 2017.

VASCONCELOS, Y. **Inovações cervejeiras.** Revista Pesquisa Fapesb 251, p. 18-25, 2017.

VENTURINI, W. G. F. **Bebidas Alcoólicas: Ciência e Tecnologia.** 2. ed. São Paulo: Blucher, 2016.

VIANA, F. L. E. **Indústria de Bebidas Alcóolicas.** Caderno Setorial ETENE, ano 2, n. 2, 2017.

RESISTÊNCIA AO TRATO GASTROINTESTINAL DE MICROCÁPSULAS PROBIÓTICAS OBTIDAS POR COACERVAÇÃO COMPLEXA ASSOCIADA À RETICULAÇÃO ENZIMÁTICA

Thaiane Marques da Silva

Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Vandré Sonza Pinto

Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Graduação de Tecnologia em Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Carlos Raimundo Ferreira Grosso

Universidade de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos
Campinas – São Paulo

Cristiane de Bona da Silva

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Farmácia
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Cristiano Ragagnin de Menezes

Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

se obter estruturas mais resistentes, como a transglutaminase. Além de proteger os probióticos das condições adversas do alimento, o processo de microencapsulação permite que o probiótico permaneça viável durante a passagem pelo trato gastrointestinal. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a resistência de microcápsulas contendo *Lactobacillus rhamnosus* obtidas por coacervação complexa e reticuladas com transglutaminase frente às condições gastrointestinais simuladas. Dessa forma, as microcápsulas foram produzidas pela técnica de coacervação complexa seguindo metodologia de Marques da Silva et al. (2018). O processo de reticulação com transglutaminase foi realizado seguindo metodologia de Prata et al. (2008). A resistência ao trato gastrointestinal simulado foi realizada segundo Madureira et al. (2011). Observou-se que as microcápsulas sem reticulação liberaram seu conteúdo na etapa referente ao estômago e o probiótico permaneceu viável ($6,13 \log \text{UFC g}^{-1}$) até o final do processo (íleo). Em relação às microcápsulas reticuladas com transglutaminase, a liberação dos probióticos ocorreu somente na etapa referente ao duodeno ($8,10 \log \text{UFC g}^{-1}$) para o tratamento 1, permanecendo viável até o íleo ($8,08 \log \text{UFC g}^{-1}$), e na etapa referente ao íleo ($7,85 \log \text{UFC g}^{-1}$) para o tratamento 2. Assim, o processo de reticulação foi extremamente vantajoso, aumentando substancialmente a

RESUMO: O processo de microencapsulação consiste em reter uma substância em um material transportador. Assim, a coacervação complexa tem sido estudada para a proteção de probióticos. Entretanto, suas microcápsulas apresentam-se frágeis sob certas condições. Assim, compostos têm sido utilizados para

resistência das microcápsulas frente ao trato gastrointestinal simulado, aumentando assim, a viabilidade probiótica.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactobacillus rhamnosus*; microencapsulação; transglutaminase.

ABSTRACT: Microencapsulation process consists of retaining a substance in a carrier material. Thus, complex coacervation has been studied for the protection of probiotics. However, its microcapsules are fragile under certain conditions. Thus, compounds have been used to obtain more resistant structures, such as transglutaminase. In addition to protecting probiotics from adverse food conditions, the microencapsulation process allows the probiotic to remain viable during passage through the gastrointestinal tract. Thus, the objective of this work was to evaluate the resistance of microcapsules containing *Lactobacillus rhamnosus* obtained by complex coacervation and crosslinked with transglutaminase against the simulated gastrointestinal conditions. Thus, the microcapsules were produced by the complex coacervation technique following the methodology of Marques da Silva et al. (2018). The transglutaminase crosslinking process was performed following the methodology of Prata et al. (2008). Resistance to the simulated gastrointestinal tract was performed according to Madureira et al. (2011). Non-crosslinked microcapsules were observed to release their contents in the stomach step and the probiotic remained viable ($6.13 \log \text{CFU g}^{-1}$) until the end of the process (ileum). The transglutaminase crosslinked microcapsules released into the duodenum ($8.10 \log \text{CFU g}^{-1}$) for treatment 1, remained viable until the ileum ($8.08 \log \text{CFU g}^{-1}$), and in the ileum step ($7.85 \log \text{CFU g}^{-1}$) for treatment 2. Thus, the crosslinking process was extremely advantageous, substantially increasing the resistance of the microcapsules to the simulated gastrointestinal tract, thereby increasing probiotic viability.

KEYWORDS: *Lactobacillus rhamnosus*; microencapsulation; transglutaminase.

1 | INTRODUÇÃO

O mercado de alimentos funcionais tem crescido consideravelmente nos últimos anos, de 33,0 bilhões em 2000 para 176,7 bilhões de dólares em 2013, sendo responsável por um aumento de 5% no mercado global de alimentos. Esse aumento é associado à busca dos consumidores não só por alimentos que forneçam nutrientes, mas por alimentos que promovam a saúde e o bem-estar (RIBEIRO et al., 2014). Nesse sentido, os probióticos surgem como uma alternativa, pois quando vivos e em quantidades adequadas, conferem efeitos benéficos à saúde do hospedeiro (LU; PUTRA & LIU, 2018).

Probióticos podem ser definidos como microrganismos vivos que quando administrados em doses adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro (FAO/OMS, 2001). Atuam no organismo humano interagindo com bactérias comensais e podem ter impacto direto sobre o hospedeiro, com isso, modulam os efeitos das bactérias potencialmente nocivas, causam impacto no trato gastrointestinal, na digestão, no metabolismo e no sistema imunológico do hospedeiro (BINNS, 2013).

O processo de microencapsulação consiste em reter uma substância (agente ativo) em um material transportador (material de parede) (DEVI et al., 2016). Além de proteger os probióticos das condições adversas presentes no suco de fruta, a microencapsulação permite que o probiótico permaneça viável durante a passagem pelo trato gastrointestinal e que chegue no local de ação (cólon) em quantidades adequadas (ERATTE et al., 2018).

A técnica mais antiga de microencapsulação é a coacervação complexa. Esta técnica consiste na separação de fases entre biopolímeros carregados com cargas opostas através da interação eletrostática. Os coacervados geralmente são produzidos a partir de proteínas e polissacarídeos, assim, podem ter uma ampla gama de funcionalidades em vários produtos (EGHBAL & CHOUDHARY, 2018).

Apesar da coacervação complexa ser uma técnica amplamente utilizada, as microcápsulas obtidas por coacervação complexa são também conhecidas por serem frágeis sob certas condições. Sendo assim, alguns compostos têm sido utilizados com o intuito de se obter estruturas mais resistentes. Entre estes compostos, está a transglutaminase (COMUNIAN et al., 2016).

A transglutaminase é uma enzima que catalisa reações de reticulação entre lisina e glutamina, aumentando a estabilidade das microcápsulas por reforçar a estrutura interna das mesmas (MURPHY; FARKAS; JONES, 2017). A transglutaminase promove alterações significativas como melhoramento da textura, estabilidade, gelificação, potencial de emulsificação e capacidade de ligação à água, sem alteração negativa na qualidade sensorial e nutricional (GHARIBZAHEDI et al., 2017). Além disso, em estudos com probióticos, a transglutaminase demonstrou não ter influência negativa no crescimento das células bacterianas (PAVUNC et al., 2011), além de aumentar a resistência de microcápsulas probióticas expostas ao suco gástrico e propiciar maior liberação em suco intestinal (YEW et al., 2011).

Diante do exposto, ressalta-se a importância do presente trabalho no sentido de melhorar as microcápsulas obtidas por coacervação complexa, para que se possa com isso, aumentar a viabilidade dos probióticos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é desenvolver microcápsulas probióticas por coacervação complexa induzida pela reticulação enzimática, analisando estas microcápsulas frente às condições adversas do trato gastrointestinal simulado.

2 | METODOLOGIA

Até o momento da utilização, os *Lactobacillus rhamnosus* foram armazenados sob congelamento (-18°C) em freezer. Para ativá-los, pesou-se 1 g dos mesmos e adicionou-se em 100 mL de caldo MRS, incubando por 16 horas, a 37°C. Após, a cultura ativada foi centrifugada a 2470 x g, a 4°C, por 15 minutos e lavada com solução de NaCl (0,85%) por duas vezes. As células foram então suspensas em solução salina

para obtenção de aproximadamente 10 log UFC mL⁻¹.

Para produção das microcápsulas, foi utilizada a metodologia descrita por Marques da Silva et al. (2018). Primeiramente, a cultura ativada foi adicionada a 100 mL de gelatina 2,5%, mantendo sob agitação com agitador magnético com aquecimento (Centauro, Paraná, Brasil) (48-50°C) por 10 minutos para homogeneização dos micro-organismos. Após essa etapa, foram adicionados 100 mL de goma arábica 2,5% e 400 mL de água destilada estéril, mantendo sob agitação e aquecimento (50 ± 2°C); ajustando em seguida o pH para 4,0, com solução de ácido clorídrico (HCl) 0,1M. Após esta etapa, o aquecimento foi desligado, mantendo-se sob agitação, deixando-se esfriar naturalmente a aproximadamente 30°C, e após, o abaixamento da temperatura foi realizado até atingir a temperatura de 12 – 10°C, com auxílio de banho de gelo. Foi realizada a sedimentação e o coacervado foi retirado por filtração em peneira com porosidade de 0,038 mm (400 mesh).

A reticulação enzimática foi realizada de acordo com Prata et al. (2008), com modificação. A enzima transglutaminase (Ajinomoto, 100 U/g de atividade) foi adicionada às microcápsulas prontas na concentração de 2,5 e 5,0 U/g de proteína, que corresponderam aos tratamentos 1 e 2, respectivamente. A reação foi realizada a 25°C durante 15 horas sob agitação constante.

Após, a sobrevivência das culturas probióticas microencapsuladas submetidas às condições gástricas e entéricas simuladas foram avaliadas de acordo com a metodologia descrita por Madureira et al. (2011), com modificações. Nesta técnica, a viabilidade das microcápsulas probióticas será avaliada sequencialmente em meios que simulam as diferentes seções do trato gastrointestinal (esôfago/estômago, duodeno e íleo). Para esta análise, foram utilizadas alíquotas de 1 g de microcápsulas. Na etapa esôfago-estômago foram utilizados 25 mg.mL⁻¹ de pepsina (Sigma), preparada em HCl 0,1 N; esta solução foi adicionada, em alíquotas iguais, durante toda a fase gástrica, a uma concentração de 0,05 mL.mL⁻¹ durante 90 min, a 130 rpm; sendo o pH ajustado até 2,0 utilizando HCl 1 M. Na etapa referente ao duodeno foi utilizada, a uma concentração de 0,25 mL.mL⁻¹, uma solução contendo 2 g.L⁻¹ de pancreatina (Sigma) e 12 g.L⁻¹ de sais biliares bovinos (Sigma), preparadas em NaHCO₃ 0,1 M, por 20 minutos, a 45 rpm. Finalmente, a etapa referente ao íleo foi realizada por um aumento do pH para 6,5 utilizando uma solução de NaHCO₃ 0,1 M, por 90 minutos, a 45 rpm. Todas as soluções foram preparadas no momento da utilização e esterilizadas com membrana de poro 0,20 µm (Minisart, Sartorius Stedim Biotech, Alemanha). A análise foi conduzida em uma incubadora refrigerada tipo Shaker (TE-421, Tecnal, Brasil) mantida a 37°C com o intuito de simular a temperatura do corpo humano e agitação mecânica foi utilizada em paralelo para simular os movimentos peristálticos intestinais, com intensidades semelhantes às alcançadas em cada seção do trato digestivo. Ao final de cada etapa, foram retiradas alíquotas para a contagem das células viáveis. Os resultados foram expressos em log UFC.mL⁻¹.

3 | RESULTADOS

Os resultados obtidos para a exposição das microcápsulas ao trato gastrointestinal simulado estão expressos no Gráfico 1.

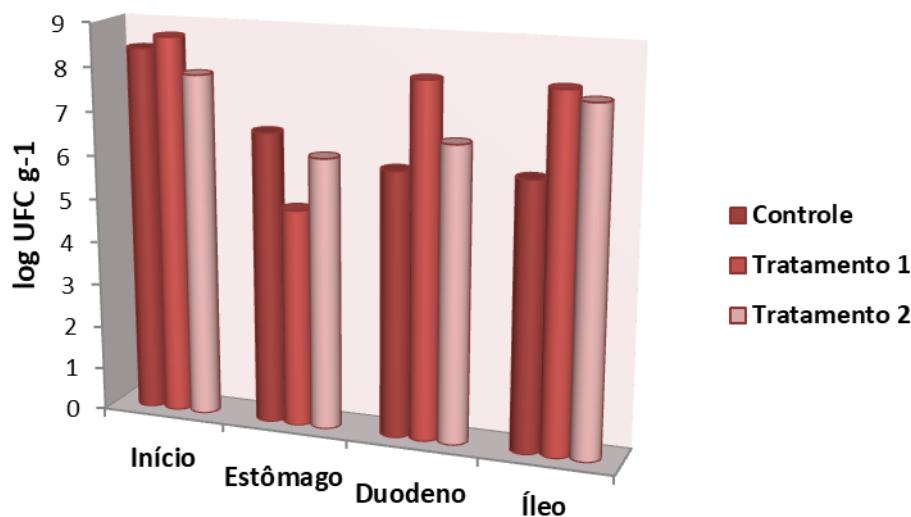


Gráfico 1 – Exposição das microcápsulas ao trato gastrointestinal simulado. Controle – microcápsulas sem reticulação; tratamento 1 – microcápsulas reticuladas com 2,5 U de enzima/g de proteína; tratamento 2 - microcápsulas reticuladas com 5 U de enzima/g de proteína

Observa-se por meio do Gráfico 1 que as microcápsulas sem reticulação (tratamento controle) não ofereceram uma maior proteção aos probióticos frente ao trato gastrointestinal simulado, pois liberaram todo seu conteúdo na etapa referente ao estômago, apresentando contagens de células viáveis de 8,14 log UFC g⁻¹ no início do processo e 6,13 log UFC g⁻¹ na etapa referente ao íleo, resultando em uma redução de aproximadamente 2 log UFC g⁻¹.

Em relação às microcápsulas reticuladas com transglutaminase, para o tratamento 1 observa-se que os probióticos foram liberados das microcápsulas na etapa referente ao duodeno (8,10 log UFC g⁻¹), apresentando contagens de células viáveis de 8,70 log UFC g⁻¹ no início do processo e permanecendo viável até o íleo (8,08 log UFC g⁻¹). Já para o tratamento 2, os probióticos foram liberados das microcápsulas somente na etapa referente ao íleo, apresentando contagens de células viáveis de 7,89 log UFC g⁻¹ no início do processo e 7,85 log UFC g⁻¹ no final do processo.

4 | DISCUSSÃO

A microencapsulação dos probióticos é um método emergente para reduzir a perda da viabilidade celular durante a passagem pelo trato gastrointestinal, bem como uma alternativa de liberação controlada no trato intestinal (COOK; CHARALAMPOULOS; TZORTZIS & KHUTORYANSKIY, 2012).

Comparando-se os tratamentos 1 e 2 ao tratamento controle, nota-se uma proteção substancialmente maior nos tratamentos 1 e 2, pois os probióticos foram liberados das microcápsulas somente nas etapas referentes ao duodeno e íleo, respectivamente, em contrapartida ao controle que liberou os probióticos na etapa referente ao estômago, o que não é desejável devido aos probióticos apresentarem sensibilidade ao suco gástrico, o que pode levar a perda da sua viabilidade devido ao pH extremamente ácido (COOK; CHARALAMPOULOS; TZORTZIS & KHUTORYANSKIY, 2012; ZANJANI; TARZI; SHARIFAN & MOHAMMADI, 2014), como é demonstrado no tratamento controle.

Em relação aos tratamentos 1 e 2, o resultado era esperado, pois a transglutaminase faz ligações cruzadas entre as proteínas, resultando em uma maior resistência à parede das microcápsulas devido ao aumento da sua estabilidade e permitindo que elas só sejam rompidas no trato intestinal (COOK; CHARALAMPOULOS; TZORTZIS & KHUTORYANSKIY, 2012; MURPHY; FARKAS & JONES, 2017). Além disso, este comportamento é adequado aos probióticos, pois é interessante que eles sejam liberados somente na etapa intestinal para que os probióticos cheguem ao intestino grosso em quantidades adequadas para garantir a sua colonização e proliferação (SHORI, 2017).

Os resultados estão de acordo com Marques da Silva et al. (2018) onde foram observadas reduções nas contagens de células viáveis de *Bifidobacterium lactis* encapsulado por coacervação complexa e expostos a condições gastrointestinais simuladas. Etchepare et al. (2016) também observaram o mesmo comportamento ao encapsular *L. acidophilus* por gelificação iônica e expor as microcápsulas à condições gastrointestinais simuladas.

Em relação ao processo de reticulação com transglutaminase, resultado similar ao presente trabalho foi encontrado por Chen, Li, Liu & Meng (2017) ao utilizar a transglutaminase para induzir a gelificação iônica na microencapsulação de *L. bulgaricus*. Neste estudo, foi observado que quando as microcápsulas foram expostas ao trato gastrointestinal simulado, as microcápsulas começaram a liberar seu conteúdo no suco gástrico ($7,5 \log \text{UFC g}^{-1}$) e tendo sua liberação total no suco intestinal ($9,3 \log \text{UFC g}^{-1}$). Este resultado afirma que o processo de reticulação com transglutaminase é eficiente em oferecer maior resistência às microcápsulas e, consequentemente, maior proteção aos probióticos.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, o processo de coacervação complexa associada à reticulação com transglutaminase mostrou-se adequado, aumentando consideravelmente a resistência das microcápsulas frente ao trato gastrointestinal simulado e assim, protegendo de forma eficaz os probióticos.

REFERÊNCIAS

- BINNS, N. (2013). **Probióticos, prebióticos e a microbiota intestinal.** Europe Concise Monograph Series, ILSI – International Life Sciences Institute, p. 1-44.
- CHEN, H-Y.; LI, X-Y.; LIU, B-J. & MENG, X-H. (2017). **Microencapsulation of *Lactobacillus bulgaricus* and survival assays under simulated gastrointestinal conditions.** Journal of Functional Foods, v. 29, p. 248-255.
- COMUNIAN, T. A.; GOMEZ-ESTACA, J.; FERRO-FURTADO, R.; CONCEIÇÃO, G. J. A.; MORAES, I. C. F.; CASTRO, I. A. & FAVARO-TRINDADE, C. S. (2016). **Effect of different polysaccharides and crosslinkers on echium oil microcapsules.** Carbohydrate Polymers, v. 150, p. 319-329.
- COOK, M. T.; CHARALAMPOULOS, D.; TZORTZIS, G. & KHUTORYANSKIY, V. V. (2012). **Microencapsulation of probiotics for gastrointestinal delivery.** Journal of Controlled Release, v. 162, p. 56-67.
- DEVI, N.; SARMAH, M.; KATHUN, B. & MAJI, T. K. (2016). **Encapsulation of active ingredients in polysaccharide-protein complex coacervates.** Advances in Colloid and Interface Science.
- EGHBAL, N.; CHOUDHARY, R. (2018). **Complex coacervation: Encapsulation and controlled release of active agents in food systems.** LWT - Food Science and Technology, v. 90, p. 254-264.
- ERATTE, D.; DOWLING, K.; BARROW, C. J. & ADHIKARI, B. (2018). **Recent advances in the microencapsulation of omega-3 oil and probiotic bacteria through complex coacervation: A review.** Trends in Food Science & Technology, v. 71, p. 121-131.
- ETCHEPARE, M. A.; RADDATZ, G. C.; FLORES, E. M. M.; ZEPKA, L. Q.; JACOB-LOPES, E.; BARIN, J. S.; GROSSO, C. R. F. & MENEZES, C. R. (2016). **Effect of resistant starch and chitosan on survival of *Lactobacillus acidophilus* microencapsulated with sodium alginate.** Food Science and Technology, v. 65, p. 511-517.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Evaluation of health and nutritional properties of probiotics in food including powder milk with live lactic acid bacteria.** Córdoba, 2001. 34p. Disponível em: <http://www.who.int/foodsafety/publications/fs_management/en/probiotics.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019. [Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation].
- GHARIBZAHEDI, S. M. T.; KOUBAA, M.; BARBA, F. J.; GREINER, R.; GEORGE, S. & ROOHINEJAD, S. (2017). **Recent advances in the application of microbial transglutaminase crosslinking in cheese and ice cream products: A review.** International Journal of Biological Macromolecules, v. 107, p. 2364-2374.
- LU, Y.; PUTRA, S. D. & LIU, S-Q. (2018). **A novel non-dairy beverage from durian pulp fermented with selected probiotics and yeast.** International Journal of Food Microbiology, v. 265, p. 1-8.
- MADUREIRA, A. R., AMORIM, M., GOMES, A. M., PINTADO, M. E. & MALCATA, F. X. (2011). **Protective effect of whey cheese matrix on probiotic strains exposed to simulated gastrointestinal conditions.** Food Research International, 44, 465–470.
- MARQUES DA SILVA, T.; LOPES, E. J.; CODEVILLA, C. F.; CICHOSKI, A. J.; FLORES, E. M. M.; MOTTA, M. H.; SILVA, C. B.; GROSSO, C. R. F. & MENEZES, C. R. (2018). **Development and characterization of microcapsules containing *Bifidobacterium Bb-12* produced by complex coacervation followed by freeze drying.** LWT - Food Science and Technology, v. 90, p. 412-417.
- MURPHY, R. W.; FARKAS, B. E. & JONES, O. G. (2017). **Effect of crosslinking on the physical and chemical properties of β -lactoglobulin (Blg) microgels.** Journal of Colloid and Interface Science, v. 505, p. 736-744.

- PAVUNC, A. L.; BEGANOVIC, J.; KOS, B.; BUNETA, A.; BELUHAN, S. & SUSKOVIC, J. (2011). **Influence of microencapsulation and transglutaminase on viability of probiotic strain *Lactobacillus helveticus* M92 and consistency of set yoghurt.** International Journal of Dairy Technology, v. 64, p. 254-261.
- PRATA, A. S.; ZANIN, M. H. A.; RÉ, M. I. & GROSSO, C. R. F. (2008). **Release properties of chemical and enzymatic crosslinked gelatina-gum Arabic microparticles containing a fluorescent probe plus vetiver essential oil.** Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, v. 67, p. 171-178.
- RIBEIRO, M. C. E.; CHAVES, K. S.; GEBARA, C.; INFANTE, F. N. S., GROSSO, C. R. F. & GIGANTE, M. L. (2014). **Effect of microencapsulation of *Lactobacillus acidophilus* LA-5 on physicochemical, sensory and microbiological characteristics of stirred probiotic yoghurt.** Food Research International, v. 66, p. 424-431.
- SHORI, A. B. (2017). **Microencapsulation improved probiotics survival during gastric transit.** Hayati Journal of Biosciences, v. 24, p. 1-5.
- YEW, S.; LIM, T.; LEW, L.; BHAT, R.; MAT-EASA, A. & MIN-TZE, L. (2011). **Development of a probiotic delivery system from agrowastes, soy protein isolate, and microbial transglutaminase.** Journal of Food Science, v. 76, p. 108-115.
- ZANJANI, M. A. K.; TARZI, B. G.; SHARIFAN, A. & MOHAMMADI, N. (2014). **Microencapsulation of probiotics by calcium alginate-gelatinized starch with chitosan coating and evaluation of survival in simulated human gastro-intestinal condition.** Iranian Journal of Pharmaceutical Research, v. 13, p. 843-852.

SEGURANÇA ALIMENTAR E ESCOLHAS ALIMENTARES DAS FAMÍLIAS BENEFICIADAS PELO PROGRAMA BOLSA FAMÍLIA NO MUNICÍPIO DE CAXIAS DO SUL-RS

Janaína Cristina da Silva

Universidade do Vale do Rio dos Sinos,
mestranda no Programa de Pós Graduação em
Saúde Coletiva.

Caxias do Sul – Rio Grande do Sul

Juliana Rombaldi Bernardi

Universidade Federal do Rio Grande do Sul,
Departamento de Nutrição, Faculdade de
Medicina

Porto Alegre – Rio Grande do Sul

Francisco Stefani Amaro

Universidade FEEVALE, Instituto de Ciências da
saúde, Curso de Nutrição

Novo Hamburgo – Rio Grande do Sul

Universidade Lasalle, Curso de Nutrição
Canoas – Rio Grande do Sul

e aplicou-se o teste qui-quadrado de *Pearson*, complementado pela análise dos resíduos ajustados. O programa utilizado foi o SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*) 21.0, com nível de significância de 5%. Verificou-se prevalência de insegurança alimentar leve sem relação significativa entre as características demográficas e a EBIA. Entretanto, observou-se associação significativa entre o EBIA e os grupos de Escolhas Alimentares com as características demográficas da amostra, demonstrando a predominância da insegurança alimentar leve e as incorretas escolhas alimentares.

PALAVRAS-CHAVE: Segurança alimentar e nutricional; Ingestão de alimentos; Estado nutricional; Doenças crônicas.

ABSTRACT: With the aim of determine the food security and the food choice from the benefited families with the Bolsa Família Program in Caxias do Sul-RS this study was proposed. This is a cross-sectional study with data collection in 2014, of 147 individuals, which is representative in the city. For the analysis two-digit numerical precision was used. It was applied the Brazilian Food Insecurity Scale (EBIA) and the Questionnaire of Food Choices. Variance's analysis was applied by the *Tukey* test and the *Pearson* chi-square test was used, complemented by analysis of adjusted residuals. The program used for statistical analysis was

RESUMO: Visando determinar a segurança alimentar e escolhas alimentares das famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família no município de Caxias do Sul-RS foi proposto este estudo. Tratou-se de estudo transversal com coleta de dados realizada em 2014, com 147 indivíduos, sendo esta representativa no município. Para as análises foram utilizadas precisões numéricas de dois dígitos. Foram aplicados a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) e o Questionário de Escolhas Alimentares. A análise de Variância foi aplicada complementada pelo teste de *Tukey*

SPSS® (Statistical Package for Social Sciences) 21.0 and the significance level was 5%. It was found a prevalence of slight food insecurity without a significant association between demographic characteristics and the EBIA. However, it was observed a significant association between the EBIA and the food groups with the demographic characteristics of the sample, showing the prevalence of slight food insecurity and the incorrect food choices.

KEYWORDS: Food and nutritional security; Food consumption; Ingestion of food; Nutritional Status; Chronic diseases.

1 | INTRODUÇÃO

As Nações Unidas declaram que o ser humano é o sujeito central de todos os processos do desenvolvimento, sendo assim, o indivíduo deve ser o principal beneficiário e participante das políticas com este foco (ONU, 1986). Segundo essa afirmação foi aprovada no ano de 2000 a Declaração do Milênio, onde governantes se comprometeram a garantir direitos econômicos, sociais e culturais da população de seu país. Metas essas que deveriam ser alcançadas até o ano de 2015 (BRASIL, 2005). Dentre as metas assumidas pelo Governo Federal Brasileiro, junto a Declaração do Milênio, está erradicar a fome e a extrema pobreza (BRASIL, 2007).

Visando equacionar os problemas nutricionais e de extrema pobreza no Brasil, em Janeiro de 2004, o então Presidente da República, sancionou a Lei nº 10.836 criando em âmbito Nacional o Programa Bolsa Família (PBF), destinado às ações de transferência de renda com condicionalidades (BRASIL, 2004). A seleção das famílias beneficiadas ocorreu após a inscrição no Cadastro Único para Programas Sociais do Governo Federal e sua operacionalização se resume ao repasse mensal de benefícios em dinheiro (MARQUES; MENDES, 2007). O PBF foi um marco na linha do tempo da segurança alimentar e nutricional do Brasil (CONSEA, 2011).

Na II Conferência Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (2004), ocorrida no mesmo ano da criação do PBF, foi citado o conceito de segurança alimentar e nutricional. O termo compreende o acesso aos alimentos em quantidade e qualidade de maneira suficiente, regular e permanente de modo que as demais necessidades não sejam comprometidas na aquisição desse direito. Considera-se também a cultura da população e ainda sendo sustentável socialmente, ecologicamente e economicamente (CONSEA, 2004). Posteriormente, esse conceito foi firmado através da publicação da Lei Orgânica de Segurança Alimentar (BRASIL, 2006).

Na contramão do preconizado na referida Lei, estudos indicam que a população brasileira vem aumentando o consumo de alimentos não considerados de qualidade, como os industrializados e ultraprocessados, que são ricos em gorduras saturadas e trans, açúcares simples, sódio e pobres em micronutrientes e fibras (LOUZADA et al., 2015; MONTEIRO et al., 2017). Sendo assim, se o prognóstico se mantiver, a probabilidade de mais brasileiros desenvolverem ao longo dos anos, doenças crônicas

não transmissíveis (DCNT) é alta (ENES; SILVA, 2009; IBGE, 2010b; VASCONCELOS, 2010).

O surgimento dessas doenças gerou um novo perfil de morbidade e mortalidade no Brasil, causando assim, problemas graves de Saúde Pública. Desta forma, os gestores da saúde têm grandes desafios. Entre eles, o custo elevado dos tratamentos ao Sistema Único de Saúde (SILVA et al., 2006). Com isso, observa-se a importância dos Programas de transferências de renda, onde as famílias passam a ter poder de compra, porém vinculados a atividades de educação nutricional, que visam ensinar as mesmas a investir numa alimentação saudável (BELIK, 2012).

Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar a segurança alimentar e as escolhas alimentares das famílias beneficiadas pelo PBF na cidade de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul (RS), Brasil.

2 | METODOLOGIA

Tratou-se de um estudo transversal, que teve sua coleta realizada de forma presencial no segundo semestre de 2014, no município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul.

Caxias do Sul apresentava sua população estimada em 2013, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 465.304 habitantes (IBGE, 2014). O município é coberto pela 5^a Coordenadoria Regional de saúde. A rede municipal de saúde apresentava no momento da coleta de dados, 46 Unidades Básicas de Saúde.

Após a determinação do número (n) amostral, representativo dentro do município, foi selecionada dentre as Unidades Básicas de Saúde (UBS) a que mais continha famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família no mês da coleta, sendo a UBS Esplanada. Segundo a Secretaria Municipal de Saúde, a referida UBS possuía em acompanhamento obrigatório 572 famílias. O cálculo amostral foi determinado através de fórmula descrita por Barbetta (1994) que trabalha com 95% de intervalo de confiança. Para o cálculo, foi considerado 8% de margem de erro para mais ou para menos. Consistindo o n do presente estudo em 147 famílias (BARTETTA, 1994).

A coleta de dados ocorreu por conveniência no dia destinado a Pesagem do Programa Bolsa Família na Unidade Básica de Saúde selecionada no mês de Setembro de 2014. A realização da pesagem, uma vez por semestre, é uma das condicionalidades para manutenção do benefício.

A pesquisa apresentou riscos mínimos previsíveis, pois não ocorreu intervenção ou acompanhamento junto às famílias ou entrevistados, sendo os mesmos apenas questionados no momento da coleta de dados. Já os benefícios da pesquisa foram identificar os riscos nutricionais da população em estudo, visando auxiliar na criação de políticas de saúde pública no município.

As famílias ao comparecerem a UBS foram convidadas a participar da pesquisa, por 4 entrevistadores voluntários treinados. No início da entrevista foi explicado do

que se tratava o estudo e seus objetivos, com linguagem de fácil entendimento e complementarmente foi solicitado ao entrevistado se possuía interesse em participar. Em caso de resposta positiva, foi entregue o termo de consentimento livre e esclarecido, em duas vias, para assinatura do entrevistado, sendo que uma das vias permaneceu com o mesmo. Cada entrevista realizada, levou em média 15 minutos.

Foram coletadas informações como data de nascimento, gênero, estado civil, raça e escolaridade a fim de descrever o perfil sócio demográfico da população em estudo. Na sequência os participantes responderam aos questionários de segurança alimentar e escolhas alimentares.

Para obtenção dos dados sobre segurança alimentar foi aplicado o questionário de Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA) (PÉREZ-ESCAMILLA et al., 2004). A referida escala foi validada em cinco regiões do Brasil e em 2004 foi incorporada a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) realizado pelo IBGE anualmente. A escala refere-se ao período de noventa dias que antecede a entrevista, onde são dadas as alternativas “sim” e “não” quando a resposta foi afirmativa perguntou-se a frequência da ocorrência, oferecendo-se as seguintes alternativas de respostas: “em quase todos os dias”, “em alguns dias” e “em apenas um ou dois dias”. Para a análise dos resultados, considerou-se a cada resposta positiva um ponto e ao final classificou-se a família de acordo com sua condição de segurança alimentar em quatro categorias: Segurança Alimentar, Insegurança Alimentar leve, Insegurança Alimentar moderada e Insegurança Alimentar grave (SEGALL-CORRÊA; MARÍN-LEON, 2009).

Para obtenção dos dados sobre escolhas alimentares, foi aplicado um questionário onde se considera a percepção do entrevistado. No questionário haviam 28 alimentos de consumo habitual da família, agrupados em 12 grupos, baseado em estudos nacionais. Foi solicitado que o entrevistado relatassem se o consumo daquele grupo aumentou, reduziu ou não se modificou após início do recebimento do benefício do Programa Bolsa Família (BURLANDY, 2007).

Em relação aos dados foram utilizadas precisões numéricas de dois dígitos na apresentação dos dados, mantendo-se os dados originais na análise dos mesmos. As variáveis quantitativas foram descritas por média e desvio padrão e as categóricas por frequências absolutas e relativas. Para comparar médias entre os grupos, a Análise de Variância (ANOVA) complementada pelo teste de *Tukey* foi aplicada. Na associação com as variáveis categóricas, o teste qui-quadrado de *Pearson* foi utilizado. Para complementar o teste qui-quadrado, a análise dos resíduos ajustados foi aplicada. O programa estatístico utilizado para as análises estatísticas foi o SPSS® (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 21.0. O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$).

O projeto foi submetido primeiramente ao parecer da Secretaria Municipal de Saúde do município, que autorizou aplicação do projeto junto a Unidade Básica de Saúde através do protocolo nº 336/14. Posteriormente o projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) do Círculo Operário Caxiense e Faculdade da

Serra Gaúcha por meio da Plataforma Brasil. A coleta de dados só iniciou após a aprovação deste, através do parecer nº 779.749. Os dados obtidos, assim como o termo de consentimento serão mantidos em sigilo e anonimato. Para fins comprobatórios, caso seja solicitado judicialmente, os mesmos serão arquivados por cinco anos.

3 | RESULTADOS

A amostra foi composta por 147 mulheres beneficiadas pelo Programa Bolsa Família no município de Caxias do Sul-RS, sendo que houve em torno de 5% de beneficiários que se recusaram a participar. A média (\pm DP) de idade das mulheres foi de 35,7 anos (\pm 11,2), com predominância da raça branca (57,8%), solteiras (48,3%) e ensino fundamental incompleto (51,0%). Observou-se que 81% das famílias beneficiadas apresentavam algum grau de insegurança alimentar, sendo a insegurança alimentar leve a de maior destaque (45,6%), conforme apresenta a Tabela 1.

Variáveis	n=147
Idade (anos) – média \pm DP	35,7 \pm 11,2
Raça – n(%)	
Branca	85 (57,8)
Negra	25 (17,0)
Parda	37 (25,2)
Estado civil – n(%)	
Solteira	71 (48,3)
Casada	56 (38,1)
Divorciada	4 (2,7)
Separada	16 (10,9)
Nível de escolaridade – n(%)	
Nunca frequentou a escola	2 (1,4)
Ensino Fundamental Incompleto	75 (51,0)
Ensino Fundamental Completo	42 (28,6)
Ensino Médio Incompleto	16 (10,9)
Ensino Médio Completo	11 (7,5)
Ensino Superior Incompleto	1 (0,7)
Escala brasileira de Insegurança alimentar – n(%)	
Segurança alimentar	28 (19,0)
Insegurança alimentar leve	67 (45,6)
Insegurança alimentar moderada	41 (27,9)
Insegurança alimentar grave	11 (7,5)

Tabela 1 - Características das mulheres entrevistadas, beneficiárias do Programa Bolsa Família.

DP: desvio padrão

Com relação às características demográficas e a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar, não houve associação significativa entre elas ($p>0,05$). Contudo, observou-se

que as mulheres em insegurança alimentar moderada e grave são predominantemente solteiras, conforme apresenta a Tabela 2.

Variáveis	Segurança alimentar	Insegurança alimentar leve	Insegurança alimentar moderada	Insegurança alimentar grave	P
Idade (anos) – média ± DP	35,6 ± 12,0	34,9 ± 10,4	35,9 ± 11,3	39,5 ± 13,7	0,652
Raça – n(%)					0,228
Branca	17 (60,7)	41 (61,2)	20 (48,8)	7 (63,6)	
Negra	5 (17,9)	6 (9,0)	12 (29,3)	2 (18,2)	
Parda	6 (21,4)	20 (29,9)	9 (22,0)	2 (18,2)	
Estado civil – n(%)					0,663
Solteira	15 (53,6)	27 (40,3)	24 (58,5)	5 (45,5)	
Casada	10 (35,7)	29 (43,3)	13 (31,7)	4 (36,4)	
Divorciada/ Separada	3 (10,7)	11 (16,4)	4 (9,8)	2 (18,2)	
Nível de escolaridade – n(%)					0,808
Ensino Fundamental Incompleto	13 (46,4)	35 (52,2)	23 (56,1)	6 (54,5)	
Ensino Fundamental Completo	7 (25,0)	19 (28,4)	12 (29,3)	4 (36,4)	
Ensino Médio Incompleto ou mais	8 (28,6)	13 (19,4)	6 (14,6)	1 (9,1)	

Tabela 2 - Comparação entre as características da amostra com a classificação da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar.

DP: desvio padrão

Houve associação significativa entre a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar com os grupos alimentares de biscoitos, bolachas e bolos ($p=0,040$), leite e derivados ($p=0,002$) e carnes ($p=0,001$) do Questionário de Escolhas Alimentares. Assim, as mulheres entrevistadas com insegurança alimentar moderada tiveram redução no consumo desses grupos alimentares. Para as mulheres com insegurança alimentar grave não houve mudança no consumo de leite e derivados e carnes já para as com insegurança alimentar leve a associação foi com o aumento do consumo de leite e derivados e carnes. Verificou-se também que as mulheres em insegurança alimentar moderada e grave referiram aumento no consumo alimentar do grupo do arroz e leguminosas, conforme apresenta a Tabela 3.

Variáveis	Segurança alimentar n (%)	Insegurança alimentar leve n (%)	Insegurança alimentar moderada n (%)	Insegurança alimentar grave n (%)	P
Grupo 1 – Arroz, farinhas, macarrão, etc.					0,141
Aumentou	13 (46,4)	33 (49,3)	20 (48,8)	8 (72,7)	

Diminuiu	0 (0,0)	1 (1,5)	4 (9,8)	0 (0,0)
Não modificou	15 (53,6)	33 (49,3)	17 (41,5)	3 (27,3)
Grupo 2 – Biscoitos, bolachas ou bolos				0,040
Aumentou	16 (57,1)	44 (65,7)	23 (56,1)	4 (36,4)
Diminuiu	1 (3,6)	2 (3,0)	8 (19,5)*	2 (18,2)
Não modificou	11 (39,3)	21 (31,3)	10 (24,4)	5 (45,5)
Grupo 3 – Leite e derivados				0,002
Aumentou	21 (75,0)	55 (82,1)*	26 (63,4)	4 (36,4)
Diminuiu	2 (7,1)	1 (1,5)	6 (14,6)*	0 (0,0)
Não modificou	5 (17,9)	11 (16,4)	9 (22,0)	7 (63,6)*
Grupo 4 – Ovos				0,115
Aumentou	16 (57,1)	39 (58,2)	25 (61,0)	3 (27,3)
Diminuiu	0 (0,0)	3 (4,5)	4 (9,8)	0 (0,0)
Não modificou	12 (42,9)	25 (37,3)	12 (29,3)	8 (72,7)
Grupo 5 – Frutas e sucos naturais				0,072
Aumentou	19 (67,9)	52 (77,6)	23 (56,1)	4 (36,4)
Diminuiu	3 (10,7)	2 (3,0)	4 (9,8)	2 (18,2)
Não modificou	6 (21,4)	13 (19,4)	14 (34,1)	5 (45,5)
Grupo 6 – Verduras e legumes				0,298
Aumentou	18 (64,3)	48 (71,6)	24 (58,5)	6 (54,5)
Diminuiu	3 (10,7)	1 (1,5)	4 (9,8)	2 (18,2)
Não modificou	7 (25,0)	18 (26,9)	13 (31,7)	3 (27,3)
Grupo 7 – Feijão, outras leguminosas e milho				0,220
Aumentou	15 (53,6)	39 (58,2)	29 (70,7)	9 (81,8)
Não modificou	13 (46,4)	28 (41,8)	12 (29,3)	2 (18,2)
Grupo 8 – Carnes				0,001
Aumentou	14 (50,0)	38 (56,7)*	16 (39,0)	1 (9,1)
Diminuiu	1 (3,6)	2 (3,0)	10 (24,4)*	2 (18,2)
Não modificou	13 (46,4)	27 (40,3)	15 (36,6)	8 (72,7)*
Grupo 9 – Margarina, manteiga e óleos				0,082
Aumentou	11 (39,3)	41 (61,2)	26 (63,4)	4 (36,4)
Diminuiu	2 (7,1)	1 (1,5)	3 (7,3)	2 (18,2)
Não modificou	15 (53,6)	25 (37,3)	12 (29,3)	5 (45,5)
Grupo 10 – Embutidos, bebidas alcoólicas, etc				0,148
Aumentou	10 (35,7)	26 (38,8)	13 (31,7)	0 (0,0)
Diminuiu	3 (10,7)	3 (4,5)	6 (14,6)	2 (18,2)
Não modificou	15 (53,6)	38 (56,7)	22 (53,7)	9 (81,8)
Grupo 11 – Tubérculos e raízes				0,172
Aumentou	16 (57,1)	43 (64,2)	25 (61,0)	6 (54,5)
Diminuiu	0 (0,0)	2 (3,0)	5 (12,2)	0 (0,0)
Não modificou	12 (42,9)	22 (32,8)	11 (26,8)	5 (45,5)
Grupo 12 – Doces e refrigerantes				0,099

Aumentou	12 (42,9)	23 (34,3)	14 (34,1)	4 (36,4)
Diminuiu	3 (10,7)	0 (0,0)	4 (9,8)	2 (18,2)
Não modificou	13 (46,4)	44 (65,7)	23 (56,1)	5 (45,5)

Tabela 3 – Associação entre os grupos alimentares com a classificação da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar.

* Associação estatisticamente significativa pelo teste dos resíduos ajustados a 5% de significância.

Quando associado o consumo dos grupos alimentares com as características sócio demográficas, houve associação entre o consumo de leite e derivados com o estado civil ($p=0,035$). As mulheres solteiras tiveram redução no consumo desses alimentos (10%) e as separadas/divorciadas não modificaram o consumo (40%). Já as mulheres casadas se destacaram com o aumento no consumo desse grupo (78,6%).

O consumo de margarina, manteiga e óleos foi associado com a escolaridade ($p=0,049$). As mulheres de mais baixa escolaridade aumentaram o consumo desse tipo de alimento e as de mais alta escolaridade reduziram o consumo (Figura 1).

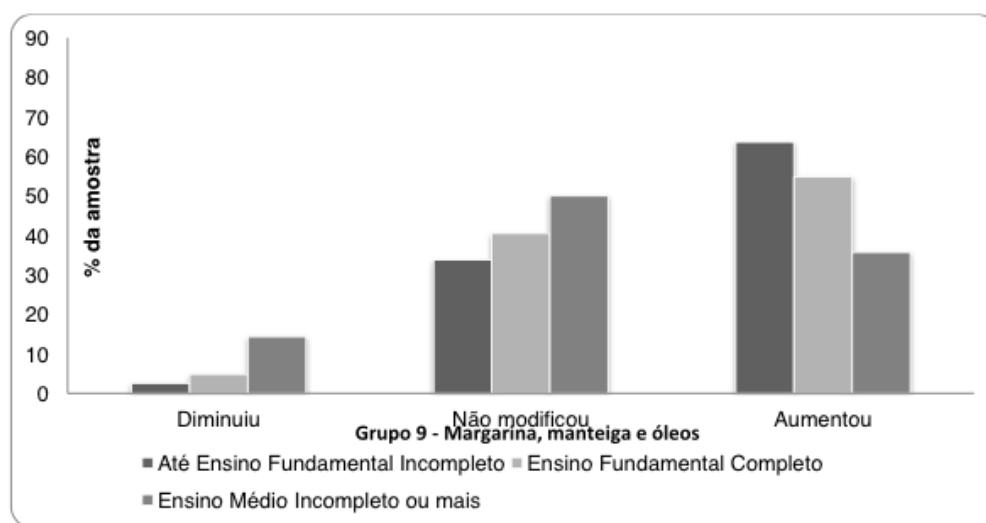


Figura 1 – Associação do consumo de margarina, manteiga e óleos com a escolaridade da mulher entrevistada.

Por fim, houve associação do consumo de frutas e sucos naturais com a idade da mulher entrevistada ($p=0,027$). Mulheres mais velhas relataram ter reduzido o consumo desses alimentos, após recebimento do benefício do Programa Bolsa Família ao passo que as mais jovens aumentaram o consumo de frutas e sucos naturais.

4 | DISCUSSÃO

O presente estudo avaliou a segurança alimentar e as escolhas alimentares das famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família no município de Caxias do Sul – RS. As famílias convidadas a participar da coleta de dados foram as que compareceram a Unidade Básica de Saúde, para realização da pesagem do referido programa em um

único dia, sendo esse voltado para essa atividade.

Em relação à caracterização da amostra coletada assemelham-se as encontradas no documento síntese apresentado pelo Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas, estudo de base populacional, sobre a repercussão do Programa Bolsa Família na segurança alimentar e nutricional das famílias beneficiadas. O estudo mostra que a maioria dos titulares são mulheres (94%) com idade entre 15 a 49 anos e com ensino fundamental incompleto (IBASE, 2008). Já com relação à raça das mulheres entrevistadas, observa-se no presente estudo, maior presença de mulheres brancas (57,8%) assim como em estudo transversal de base comunitária, que encontraram essa característica em 70% da amostra da região Sul (FACCHINI et al., 2014). Resultados que vem de encontro ao documento do IBGE, que identificou no estado do Rio Grande do Sul a raça branca em cerca de 76% dos entrevistados (IBGE, 2013).

Os resultados do documento emitido pelo IBASE demonstram ainda que 83,1% das famílias entrevistadas apresentavam algum grau de insegurança alimentar, similar ao presente estudo, que encontrou 81% das famílias nas mesmas condições (IBASE, 2008). Em contrapartida, Facchini et al., encontraram esse resultado em 27,3% da amostra na região Sul (FACCHINI et al., 2014). Com relação ao grau de insegurança alimentar leve, sendo esse o mais prevalente nesse estudo (45,6%), o IBASE identificou a mesma classificação em prevalência, atingindo 34,7% dos entrevistados na região Sul, assim como Facchini et al., que encontraram o mesmo grau de insegurança alimentar em destaque em 19,8% dos entrevistados (IBASE, 2008; FACCHINI et al., 2014).

Evidencia-se que as famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família gastam o valor recebido principalmente com alimentação, atingindo 73% dos gastos na região Sul (IBASE, 2008). Com base nessa afirmativa, observa-se que apesar dessa atitude, a insegurança alimentar leve é prevalente, sendo a mesma descrita pelo IBGE em documento com resultados encontrados na Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios como a “preocupação ou incerteza quanto acesso aos alimentos no futuro; qualidade inadequada dos alimentos resultante de estratégias que visam não comprometer a quantidade de alimentos” (IBGE, 2010a).

Entretanto, o presente estudo não identificou associação entre as características da amostra e o grau de insegurança alimentar identificados. Esse achado pode indicar que a condição de segurança e/ou insegurança alimentar das famílias está relacionado com os maiores desafios encontrados nos programas de transferência de renda, sendo eles o risco do montante transferido as famílias ser insuficiente às necessidades ou ainda o custo de vida no município ser elevado (HARVEY; SAVAGE, 2006; DEVEREUX; MACAUSLAN, 2006).

Contudo, observou-se que as mulheres em insegurança alimentar moderada e grave são predominantemente solteiras. Resultado que corrobora com o encontrado por Facchini et al., sendo observada maior prevalência de insegurança alimentar

moderada e grave em residências que as mulheres eram chefes da família (FACCHINI et al., 2014). A falta de segurança alimentar pode estar relacionada com a qualidade da dieta. Em estudo transversal realizado em Curitiba-PR, Lima et al., verificaram que as mulheres entrevistadas, com menor índice de qualidade da dieta, eram as que não possuíam cônjuge (LIMA et al., 2013).

Com relação às informações encontradas na análise do Questionário de Escolhas Alimentares e relacionadas ao EBIA, observa-se que as famílias com insegurança alimentar moderada reduziram o consumo dos grupos alimentares de biscoito, bolachas e bolos, leite e derivados e carnes. Já as que se encontram em insegurança alimentar grave não tiveram mudança no consumo de leite e derivados, bem como no grupo das carnes. Dados que confrontam com o encontrado pelo IBGE, tendo sido verificado aumento no consumo desses grupos alimentares, após recebimento do benefício (IBGE, 2010a). Os resultados de Levy et al., em estudo que utilizou dados secundários da POF (Pesquisa de Orçamento Familiar) 2008-2009, corroboram com os encontrados pelo IBGE com relação ao aumento no consumo de alimentos ultraprocessados como o grupo alimentar dos biscoitos (LEVY et al., 2012; IBGE, 2010a). Contudo, Verly-Jr et al., em estudo de base populacional realizado no município de São Paulo, observaram que 80% da população vêm consumindo abaixo do recomendado do grupo alimentar de leite e derivados e 8% do grupo das carnes e ovos, demonstrando assim, possível risco nutricional das famílias beneficiadas (VERLY-JR et al., 2013). As famílias em insegurança alimentar leve obtiveram aumento da ingestão desses dois grupos alimentares, sendo este resultado, os mesmos encontrados pelo IBGE e por Levy et al., (IBGE, 2010a; LEVY et al., 2012).

Verifica-se também que as mulheres em insegurança alimentar moderada e grave referiram aumento no consumo alimentar do grupo do arroz e leguminosas. Evidenciado também por um segundo estudo, que em seus resultados indicam que a renda está relacionada com o consumo de leguminosas, cereais e derivados. Ou seja, quanto menor a renda na região Sul maior o consumo desses dois grupos alimentares, quando comparado a região Nordeste do Brasil (ENES; SILVA, 2009). Entretanto, não foi possível relacionar a renda com o aumento do consumo alimentar de determinados grupos alimentares, uma vez que o presente estudo não avaliou as condições econômicas das famílias entrevistadas.

Considerando o estado civil e o consumo de leite e derivados, as solteiras associaram-se a redução no consumo desse grupo alimentar. Resultados que vem de encontro a outros estudos nacionais, quando considerado o consumo (VERLY-JR et al., 2013; MOLINA et al., 2007; MUNIZ; MADRUGA; ARAÚJO, 2013). Apesar disso, 68% dos beneficiários entrevistados em um quarto estudo nacional relataram o aumento na ingestão do mesmo (IBASE, 2008). Já as mulheres separadas ou divorciadas não modificaram o consumo e as casadas tiveram relação com o aumento da ingestão. Tendo em vista que o leite e derivados são as maiores fontes de cálcio na dieta humana, as mulheres entrevistadas podem não estar atingindo as recomendações,

mesmo quando o consumo tenha sido aumentado (BUZINARO; ALMEIDA; MAZETO, 2006).

As mulheres entrevistadas com mais baixa escolaridade tiveram aumento na ingestão de margarina, manteiga e óleos ao contrário das que possuíam maior escolaridade, que referiram ter reduzido a ingestão desse grupo alimentar. O mesmo contribui para 28% da densidade calórica disponível nos domicílios brasileiros, sendo de consumo frequente em ambos os sexos (LEVY et al., 2012; ROMBALDI et al., 2014). Quando considerada a elevada ingestão do grupo dos óleos observa-se maior ocorrência de obesidade (LOPES et al., 2012). Em estudo transversal de base populacional, realizado no município de Duque de Caxias-RJ os autores observaram que a prevalência de obesidade foi maior entre as mulheres com menor escolaridade. Relacionando assim, o aumento do consumo do grupo dos óleos a baixa escolaridade e consequente risco ao desenvolvimento da obesidade (LINS et al., 2013).

Com relação à idade, mulheres mais velhas se associaram a redução do consumo de frutas e sucos naturais, em contrapartida as mais jovens, aumentaram o consumo. Entretanto não é possível determinar a quantidade do consumo e compará-la a recomendação atual. Lima et al., encontraram baixo consumo de frutas, assim como Verly-Jr et al., (LIMA et al., 2013; VERLY-JR et al., 2013). Contudo, Lins et al., observaram maior prevalência do consumo desse grupo alimentar, em mulheres a partir de 50 anos, vindo contra ao resultado encontrado no presente estudo (LINS et al., 2013). A morbimortalidade do padrão alimentar encontrado está relacionada a 31% das doenças cardiovasculares e ainda há 2,6 milhões de mortes no mundo, entretanto ambas poderiam ser evitadas quando o consumo atingisse a recomendação preconizada (LOCKI et al., 2005).

Como limitações do presente estudo, destaca-se que somente algumas características sócio-demográficas de interesse foram questionadas e que outras variáveis como as condições de habitação, renda ou dados antropométricos poderiam estar relacionadas com a segurança alimentar dos indivíduos e suas escolhas alimentares. Situação ocorrida devido ao tempo insuficiente para realização da coleta dos dados.

Entretanto, reforçamos que o estudo foi realizado de maneira presencial com entrevistadores treinados, o que minimiza vieses em relação à confidencialidade dos dados coletados. Além disso, a amostra anteriormente estimada foi atingida no estudo.

5 | CONCLUSÃO

Com base no objetivo proposto, este estudo demonstrou maior prevalência de insegurança alimentar leve. A mesma não possui relação significativa entre as características demográficas investigadas e a Escala Brasileira de Insegurança Alimentar. Entretanto, verificou-se que as mulheres em insegurança alimentar

moderada e grave são predominantemente solteiras. Foi observada associação significativa entre a classificação da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar e dos grupos alimentares descritos no Questionário de Escolhas Alimentares, com as características demográficas da amostra. Destaca-se assim, a predominância da insegurança alimentar leve e as incorretas escolhas alimentares das famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família entrevistadas.

Ao considerarmos o padrão alimentar apresentado nos resultados, observa-se que as famílias possuem risco nutricional e grandes chances de desenvolver doenças crônicas não transmissíveis. Uma vez que ocorreu redução do consumo do grupo de leite e derivados, carnes, frutas e sucos naturais e aumento do consumo do grupo da margarina, manteiga e óleos. Considerando assim, que o valor repassado as mesmas não garante que a alimentação seja a mais adequada e sim que o alimento esteja presente nos domicílios, sendo ele saudável ou não. Observa-se assim, o risco nutricional nas famílias beneficiadas pelo Programa Bolsa Família no município de Caxias do Sul-RS. Destaca-se, a necessidade de desenvolver políticas públicas de educação nutricional voltado a esse público, visando o melhor investimento em saúde, a prevenção.

REFERÊNCIAS

- BARBETTA, P. A. *Estatística aplicada às ciências sociais*. Santa Catarina, SC: UFSC, 1994. 283 p. (Didática) ISBN 8532800106.
- BELIK, W. **A Política Brasileira de Segurança Alimentar e Nutricional: concepção e resultados.** Segurança Alimentar e Nutricional, v. 19, n. 2, p. 94-110, 2012.
- BRASIL. Lei nº 10.836, de 09 de janeiro de 2004. ***Cria o Programa Bolsa Família.***
- BRASIL. Presidência da República. ***Objetivos do Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento.*** Brasília: IPEA, 2005.
- BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. ***Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências.*** Diário Oficial da União 2006; 18 set.
- BRASIL. Presidência da República. ***Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento.*** Brasília: IPEA, 2007.
- BURLANDY, L. **Transferência condicionada de renda e segurança alimentar nutricional.** Ciência & Saúde Coletiva, v.12, n.6, p.1441-451, 2007.
- BUZINARO, E. F.; ALMEIDA, R. N. A.; MAZETO, G. M. F. S. **Biodisponibilidade do cálcio dietético.** Arq Bras Endocrinol Metab, v. 50, n. 5, p. 852-61, 2006.
- CONSEA. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **4ª Conferência Nacional de Segurança Alimentar.** Salvador: IPEA, 2011. 86 p.
- CONSEA. Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. **2ª Conferência Nacional de Segurança Alimentar.** Olinda: IPEA, 2004. 48 p.

DEVEREUX, S.; MACAUSLAN, I. *Review of social protection instruments in Malawi*. Brighton: Institute of Development Studies; 2006.

ENES, C.C.; SILVA, M.V. **Disponibilidade de energia e nutrientes nos domicílios: o contraste entre as regiões Norte e Sul do Brasil**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 14, n. 4, p. 1267-76, 2009.

FACCHINI, L. A. et al. **Insegurança alimentar no Nordeste e Sul do Brasil: magnitude, fatores associados e padrões de renda per capita para redução das iniquidades**. Cad. Saúde Pública, v.30, n.1, p.161-174, 2014.

HARVEY, P.; SAVAGE, K. *No small change. Oxfam GB Malawi and Zambia. Emergency Cash Transfer Projects: A Synthesis of key learning*. London: HPG; 2006.

IBASE. Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas. **Repercussões do programa bolsa família na segurança alimentar e nutricional das famílias beneficiadas**. Documento Síntese. 2008.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Segurança alimentar 2004/2009. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; 2010a.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de orçamentos familiares 2008-2009: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil**. Rio de Janeiro; 2010b.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Características Étnico-raciais da População: classificações e identidades**. Rio de Janeiro; 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente nos municípios brasileiros com data de referência em 1º de Julho de 2013**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv97742.pdf>. Acesso em: 11 Jan 2019.

LEVY, R. B. et al. **Distribuição regional e socioeconômica da disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil em 2008-2009**. Rev Saúde Pública, v.46, n.1, p. 6-15, 2012.

LIMA, F. E. L. et al. **Programa Bolsa-Família: qualidade da dieta de população adulta do município de Curitiba, PR**. Rev Bras Epidemiol, v. 16, n. 1, p. 58-67, 2013.

LINS, A. P. M. et al. **Alimentação saudável, escolaridade e excesso de peso entre mulheres de baixa renda**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 18, n. 2, p. 357-66, 2013.

LOCKI, K. et al. **The global burden of disease attributable to low consumption of fruit and vegetables: implications for the global strategy on diet**. Bull World Health Organ, v. 83, n. 2, p. 100-8, 2005.

LOPES, A. C. S. et al. **Fatores associados ao excesso de peso entre mulheres**. Esc Anna Nery, v. 16, n. 3, p. 451-58, 2012.

LOUZADA, C. et al. **Alimentos ultraprocessados e perfil nutricional da dieta no Brasil Ultra-processed foods and the nutritional dietary profile in Brazil**. Rev Saúde Pública, v. 49, n. 38, p. 1-11, 2015.

MARQUES, R.M.; MENDES A. **Servindo a dois senhores: as políticas sociais no governo Lula**. Rev. Katal, v. 10, n. 1, p. 15-23, 2007.

MOLINA, M. C. et al. **Food consumption by young adults living in Ribeirão Preto, SP, 2002/2004**.

MONTEIRO, C. A. et al. **Commentary The UN Decade of Nutrition , the NOVA food classification and the trouble with ultra-processing.** v. 21, n. 1, p. 5–17, 2017.

MUNIZ, L.C.; MADRUGA, S. W.; ARAÚJO, C. L. **Consumo de leite e derivados entre adultos e idosos no Sul do Brasil: um estudo de base populacional.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 18, n. 12, p. 3515-22, 2013.

ONU. Organização Mundial da Saúde. **Assembleia Geral das Nações Unidas**, resolução nº 41/128 da de 4 de dezembro de 1986.

PÉREZ-ESCAMILLA, R. et al. **An adapted version of the U.S. Department of Agriculture Food Insecurity Module is a valid tool for assessing household food insecurity in Campinas, Brazil.** J Nutr, v. 134, p. 1923-8, 2004.

ROMBALDI, A. J. et al. **Fatores associados ao consumo de dietas ricas em gordura em adultos de uma cidade no sul do Brasil.** Ciência & Saúde Coletiva, v.19, n. 5, p. 1513-21, 2014.

SEGALL-CORRÊA, A.M.; MARÍN-LEON, L. **A Segurança Alimentar no Brasil: Proposição e Usos da Escala Brasileira de Medida da Insegurança Alimentar (EBIA) de 2003 a 2009.** Segurança Alimentar e Nutricional, v.16, n.2, p. 1-19, 2009.

SILVA, J. et al. **A construção da vigilância e prevenção das doenças crônicas não transmissíveis no contexto do Sistema Único de Saúde.** Epidemiologia e Serviços de Saúde, v.15, n.3, p. 47-65, 2006.

VASCONCELOS, F. A. G. **A ciência da nutrição em trânsito: da nutrição e dietética à nutrigenômica.** Rev.Nutr, v. 23, n. 6, p. 935-45, 2010.

VERLY-JR, E et al. **Adesão ao guia alimentar para população brasileira.** Rev Saúde Pública, v. 47, n. 6, p.1021-7, 2013.

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

Felipe de Lima Franzen

Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP,
Faculdade de Engenharia de Alimentos,
Departamento de Alimentos e Nutrição
Campinas – São Paulo

Henrique Fernando Lidório

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,
Centro de Ciências Rurais, Departamento de
Engenharia Rural
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Janine Farias Menegaes

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,
Centro de Ciências Rurais, Departamento de
Fitotecnia
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Giane Magrini Pigatto

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,
Centro de Ciências Rurais, Departamento de
Tecnologia e Ciência dos Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Mari Silvia Rodrigues de Oliveira

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,
Centro de Ciências Rurais, Departamento de
Tecnologia e Ciência dos Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

Leadir Lucy Martins Fries

Universidade Federal de Santa Maria – UFSM,
Centro de Ciências Rurais, Departamento de
Tecnologia e Ciência dos Alimentos
Santa Maria – Rio Grande do Sul

RESUMO: Os extratos podem ser obtidos através de diferentes processos, métodos, solventes e tempos, tendo como objetivo liberar os compostos da matriz vegetal a fim de se obter extratos com elevada concentrações desses compostos presentes na matriz natural. Com este estudo objetivou-se avaliar o teor e o rendimento de extratos de flores calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) por diferentes métodos e tempos de extração. Após a produção das flores realizou-se as análises de umidade e massa seca total das pétalas e a elaboração dos extratos. Os extratos foram obtidos pelo método convencional e por ultrassom, utilizando dois solventes (água e álcool), temperaturas (20°C e 60°C) e tempos de extração diferenciados (30, 60, 90 e 120 minutos). O teor de umidade das pétalas das flores foi de 89,3, 86,4 e 84,5% para calêndula, girassol e rosas, respectivamente. As pétalas de rosas apresentaram maiores médias para a variável massa seca total. Os maiores teores de extratos de pétalas foram obtidos da espécie rosa seguidos dos de girassol (convencional e ultrassom), ambos no tempo de 120 minutos com exceção do método de extração convencional em água a quente onde o maior teor de extrato foi no tempo de extração de 30 minutos. O extrato com maior rendimento foi o de rosas extraído pelo método de ultrassom em

água quente por 120 minutos. Os extratos de pétalas de rosa e girassol obtiveram maiores rendimentos.

PALAVRAS-CHAVE: *Calendula officinalis* L.; *Helianthus annuus* L.; *Rosa x grandiflora* Hort.; convencional; ultrassom.

ABSTRACT: The extracts can be obtained through different processes, methods, solvents and times, aiming to release the compounds of the plant matrix in order to extract extracts with high concentrations of these compounds present in the natural matrix. The objective of this study was to evaluate the content and yield of calendula (*Calendula officinalis* L.), sunflower (*Helianthus annuus* L.) and rose (*Rosa x grandiflora* Hort.) flower extracts by different methods and extraction times. After the flowers were produced, moisture and total dry mass of the petals were analyzed and the extracts elaborated. The extracts were obtained by conventional and ultrasonic method, using two solvents (water and alcohol), temperatures (20°C and 60°C) and differentiated extraction times (30, 60, 90 and 120 minutes). The moisture content of the flower petals was 89.3, 86.4 and 84.5% for calendula, sunflower and roses, respectively. The rose petals presented higher averages for the total dry mass variable. The highest contents of petal extracts were obtained from the rose species followed by the sunflower (conventional and ultrasound), both in the time of 120 minutes, except for the conventional extraction method in hot water where the highest extract content was in the time of extraction of 30 minutes. The extract with the highest yield was the extract of roses extracted by the ultrasound method in hot water for 120 minutes. Rose and sunflower petal extracts obtained higher yields.

KEYWORDS: *Calendula officinalis* L.; *Helianthus annuus* L.; *Rosa x grandiflora* Hort.; convencional; ultrasound.

1 | INTRODUÇÃO

A palavra “extrato” deriva do latim *extractus*, que significa “coisa extraída de outra”. A extração pode ser realizada através de diferentes processos, métodos, solventes e períodos de extração. Tem-se, assim, uma ampla variedade de métodos para a extração de compostos de plantas, devendo a escolha ser baseada na viabilidade econômica e adequabilidade a cada situação em particular (HANDA, 2008; OLIVEIRA e AKISUE, 2009; VIERA et al., 2017).

O objetivo geral da extração é liberar os compostos da estrutura da matriz vegetal a fim de se obter extratos com elevada concentrações desses compostos presentes em pequenas quantidades na matriz sólida natural dos vegetais e são utilizados para melhorar a estabilidade dos produtos alimentícios contra a oxidação. Assim, a escolha da técnica de extração adequada e do solvente é um dos procedimentos mais importantes para melhorar o rendimento da extração (SANTOS, 2013; VIERA et al., 2017). Muitos fatores podem influenciar na extração, tais como: a metodologia de extração, a natureza da matriz vegetal, o tamanho das partículas, o solvente e a

concentração utilizada, o tempo e a temperatura de extração (ANDREO e JORGE, 2006; VIERA et al., 2017; PIOVESAN et al., 2017).

Entre os métodos de extração, o convencional é realizado empregando solventes orgânicos e, geralmente é combinada com agitação e/ou aquecimento. Contudo, esses solventes, em alguns casos, tornam-se agressivos ao ambiente devido aos resíduos gerados durante o seu uso. Assim exigindo controle rigoroso de fatores como, a polaridade, o tempo e a temperatura de extração para não haver ou destruição dos compostos do extrato (ANDREO e JORGE, 2006; PIOVESAN et al., 2017).

Outro método utilizado é o ultrassom processo pelo qual utiliza a energia de ondas sonoras geradas em frequência superior à capacidade auditiva do ser humano que exerce um efeito mecânico, permitindo uma maior penetração do solvente na matriz, aumentando a área de superfície de contato entre a fase sólida e líquida. Essas ondas sonoras criam uma variação na pressão do líquido empregado no processo, gerando cavitação, ocasionando o rompimento das células vegetais e facilitando a difusão do solvente para o interior da matriz, liberando calor aumentando a solubilidade dos analitos e a eficiência da extração (ROSTAGNO et al., 2003; CASTRO et al., 2011; ZOU et al., 2013; VIERA et al., 2017).

Um dos fatores que pode influenciar significativamente no nível dos rendimentos dos extratos obtidos são os solventes utilizados, como: água, metanol, etanol, acetona, soluções aquosas e acetato de etila (HAYOUNI et al., 2007; GONZÁLEZ-MONTELONGO et al. 2010). Temperatura e tempo de extração, a proporção líquido-sólido e a cultivar, também afetam a extração com solventes (PIOVESAN et al., 2017).

O tempo de extração pode variar entre 1 minuto e 24 horas, dependo do método, solvente e temperaturas empregadas no processo. Entretanto, longos períodos aumentam a possibilidade de oxidação dos compostos, exigindo que agentes redutores sejam adicionados ao solvente (SHAIDI e NACZK, 1995; PIOVESAN et al., 2017). A decomposição térmica tem sido apontada como a maior causadora da redução do conteúdo de compostos extraídos durante a extração das amostras (CONDE et al., 1998; VIERA et al., 2017; PIOVESAN et al., 2017).

Os recursos naturais renováveis representados pelas plantas medicinais, condimentares e aromáticas, participam do cotidiano das ações de saúde e de alimentação, através de seus inúmeros princípios ativos e biocomplexos extraídos de diferentes métodos e processos, envolvendo diferentes solventes, permitindo o estudo dos extratos na condição de droga crua ou purificada, partindo-se de plantas *in natura* ou verdes ou ainda de plantas desidratadas (SULLIVAN, 1997; PASSOS et al., 2009).

As flores e plantas ornamentais além de embelezar locais, possuem fragrâncias e essências que são empregadas na indústria farmacêutica e cosmética, em virtude das suas propriedades medicinais e aromáticas, outras espécies são utilizadas na culinária (BARBIERI e STUMPF, 2005). Entre elas, a calêndula (*Calendula officinalis* L.) tem sido utilizada, desde a antiguidade, como medicinal e como corante têxtil, recentemente assumiu a função como flor comestível (REIS et al., 2004; FRANZEN

et al., 2016). O girassol (*Helianthus annuus* L.), é rico em proteínas e vitaminas do complexo B, além do óleo, pode também ser usado seus botões florais, servidos com aspargos e suas flores em saladas (RIBEIRO, 2010; FRANZEN et al., 2016). E, a rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) é uma das flores mais populares do mundo, rica em vitaminas, apresentam propriedades analgésicas, anti-inflamatórias, e muito utilizada em decoração de pratos culinários, como, saladas e sopas (PRATA, 2009; FRANZEN et al., 2016).

Deste modo, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor e o rendimento de extratos de flores calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) por diferentes métodos e períodos de extração.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março a outubro de 2017. A primeira etapa do experimento, produção de flores comestíveis, foi realizada no Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, localizado em Santa Maria, RS ($29^{\circ}43'S$; $53^{\circ}43'W$ e altitude de 95 m).

As flores da rosa híbrida (*Rosa x grandiflora*) (Figura 1a) foram coletadas de plantas cultivadas em casa de vegetação, com dois anos de cultivo e 16 unidades experimentais; cada unidade continha dimensões de 1 m x 1,2 m, contendo 3 plantas/m², sendo colhidas 8 flores/planta.

A espécie girassol (*H. annuus*) (Figura 1b) foi semeada em vasos de plásticos com capacidade de 5 L, em substrato comercial H-Decker, com 3 plantas vaso⁻¹ e 10 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída por três vasos e cultivada em casa de vegetação. A floração iniciou-se aos 65 (DAS) e a colheita ocorreu entre os períodos de 69 a 73 (DAS), sendo colhida apenas uma flor por planta.

A espécie calêndula (*C. officinalis*) (Figura 1c) foi semeada em canteiros a céu aberto com dimensões de 10 m de comprimento e 1 m de largura, com 30 plantas/m², contendo 10 unidades experimentais; cada unidade contou com dimensões de 1 m x 1 m. A floração iniciou 60 dias após a semeadura (DAS) e a colheita ocorreu entre os períodos de 60 a 85 DAS, sendo colhidas 5 flores/planta.



Figura 1 – a. Flores de rosa (*R. x grandiflora*); b. Inflorescências de girassol (*H. annuus*); c. Inflorescência de calêndula (*C. officinalis*).

Todas as espécies foram irrigadas diariamente e cultivadas sem a utilização de fertilizantes e produtos químicos. As flores foram colhidas manualmente no período da manhã e colocadas em embalagem térmica; posteriormente, foram transportadas para o laboratório de físico-química do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos da UFSM, onde foi realizada a tríplice lavagem em água corrente, sanitizadas com hipoclorito de sódio a 1% e centrifugadas manualmente.

A segunda etapa do experimento foi realizada no laboratório de físico-química do Departamento de Tecnologia e Ciência Alimentar da UFSM, onde foram retiradas as pétalas e realizadas as análises de umidade e massa seca total (MST) e realizados os extratos. A umidade foi determinada, gravimetricamente, por perda de peso em estufa a 105° C até peso constante (IAL, 2008) e a MST foi determinada pela subtração do valor de umidade da amostra integral ($MST = 100 - \text{umidade}$). As pétalas foram colocadas em bandejas para pré-secagem em estufa de circulação de ar forçada à 55° C por 72 horas (IAL, 2008). Após foram trituradas em liquidificador doméstico (Walita Liqfaz®) e foram realizados os extratos.

O tratamento estatístico foi um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema 2x2x2x4 (método de extração, solventes, temperaturas e período de extração), com três repetições. O fator A foi composto por dois métodos de extração: convencional e ultrassom. Para o método convencional os extratos das pétalas das flores foram obtidos segundo metodologia usada por Kim et al., (2013) com modificações e, para método ultrassom foi utilizada a metodologia de Viera et al. (2017) com um banho ultrassônico USC – 1450 Unique®, operando em frequência constante de 40 KHz e potência ultrassônica de 135 W. O fator D foi composto por dois solventes: água destilada e álcool etílico de cereais 96° GL.

Os solventes foram adicionados no béquer contendo pétalas de flores secas e trituradas na proporção de 1:20 (m/v) e a mistura permaneceu sob agitação em banho termostatizado (Banco Ultratermostatizado Marconi® modelo MA 184), variando a temperatura e o tempo. O fator E foi composto por duas temperaturas: 20 e 60° C, e o fator F foi composto por quatro tempos de extração: 30, 60, 90 e 120 minutos.

Todas as extrações coletadas foram filtradas através de papel-filtro-qualitativo, o filtrado obtido foi concentrado em rotaevaporador (Evaporador Rotativo MA 120 Marconi®) para eliminação do álcool e em liofilizador por 72 horas (Liofilizador de bancada LS3000 Terroni®) para a eliminação da água. Após a eliminação dos solventes, os extratos foram pesados para o cálculo da determinação do teor e rendimento de extratos, calculados pelas Equações 1 e 2 segundo Franzen et al., 2018.

$$\text{Teor de extrato} = (\text{Massa do extrato}/\text{Massa da amostra total}) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{Rendimento de extrato} = (\% \text{ extrato} \times \text{massa seca total das pétalas})/100 \quad (2)$$

O cálculo do rendimento dos extratos foi realizado partindo-se da massa inicial das pétalas secas. As extrações e as análises físico-químicas das pétalas das flores foram determinadas em triplicatas, a umidade seguiu os métodos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (2005) e as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os resultados obtidos foram submetidos ao tratamento estatístico mediante a Análise de Variância (ANOVA) e as médias comparadas pelos testes de Tukey e regressão, ao nível de 5% de significância pelo software SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra o teor de umidade e massa seca total das pétalas das flores comestíveis, onde a calêndula, girassol e rosa apresentaram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) para valores de umidade de 89,3; 86,4 e 84,5%, respectivamente, demonstrando uma considerável quantidade de água presente nas pétalas das flores. Por este motivo, se utilizadas *in natura* para elaboração de extratos, pode influenciar nos seus teores e rendimentos. Ou seja, quanto maior o teor de água retirada das pétalas, menor é o teor de rendimento do extrato final.

As pétalas de rosas apresentaram valores superiores de massa seca total (MST) entre as demais pétalas de girassol e calêndula (Tabela 1). Esses resultados já foram observados anteriormente por Franzen et al. (2016) quando comparadas a MST das pétalas de rosa, girassol e calêndula. Moura et al., (2009) estudando a composição química da flor da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck) na forma *in natura* como fonte alimentar observaram um teor de 83,4% de umidade e 16,6% de MST, que comparado aos resultados das pétalas das flores foi superior somente em MST e inferior em umidade.

Pétalas florais de (g 100g ⁻¹)	Umidade	MST
	(% AI)	
Calêndula	89,35 a	10,65 c
Girassol	86,45 b	13,55 b
Rosa	84,55 c*	15,45 a
CV (%)	2,41	1,98

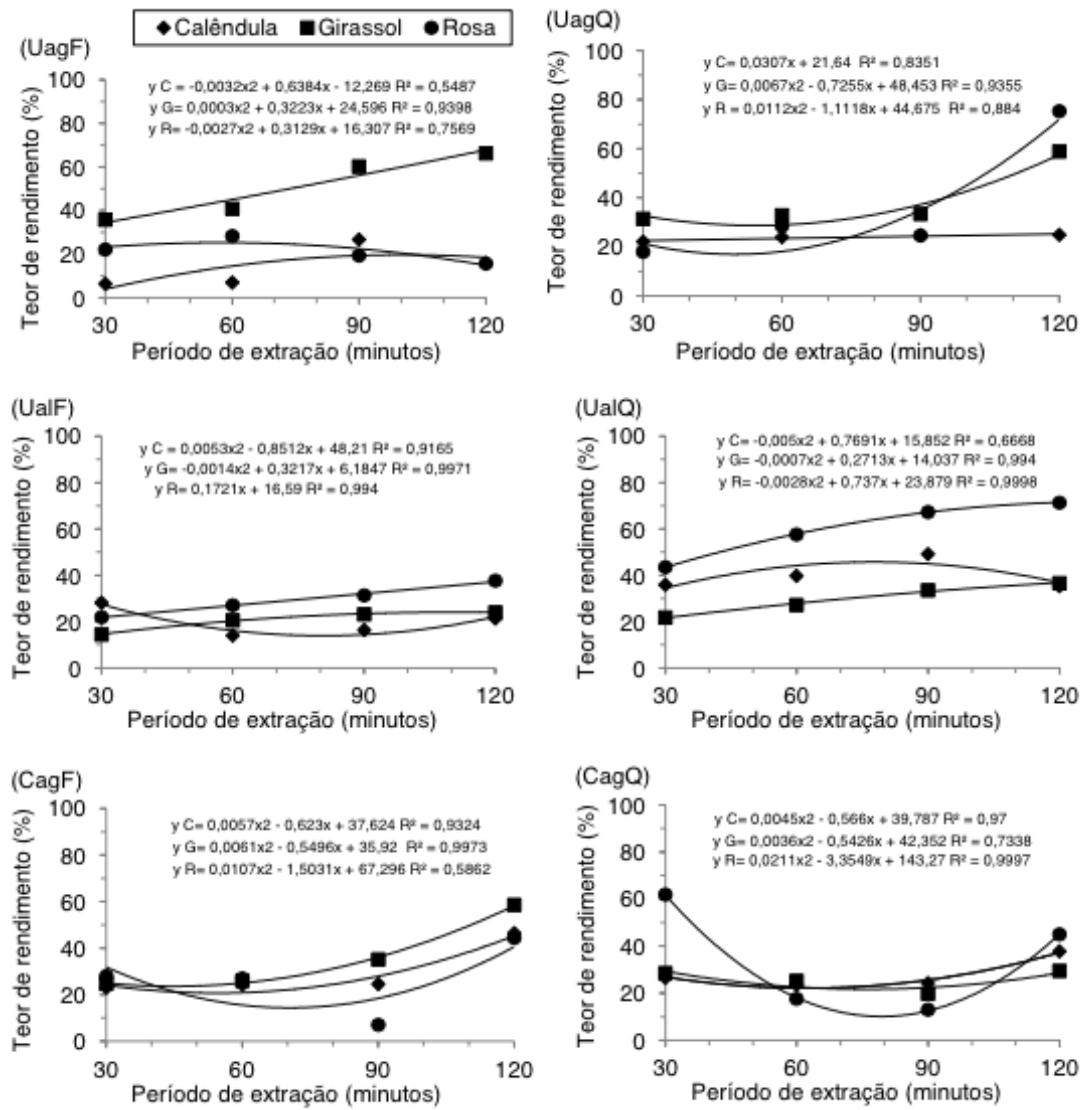
Tabela 1 – Percentagem de umidade e massa seca total (%; MST) das pétalas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annuus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) cultivadas em Santa Maria, RS.

*Médias dentro da mesma coluna, com letras diferentes são significativamente diferentes, no nível de 5%, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). CV = coeficiente de variação. AI = Amostra Integral ou Produto Integral.

A Figura 2 demonstra o teor do extrato das pétalas das flores em função dos métodos, solventes, temperaturas e tempos de extração. Observa-se que os maiores

teores de extratos foram nos períodos de 120 minutos. Para o método ultrassom em água fria (UagF) o maior teor de extrato de pétalas foi para a espécie de girassol com 66,4%. Para o método ultrassom em água quente (UagQ), ultrassom em álcool a frio (UalF) e ultrassom em álcool a quente (UalQ), os maiores teores de extratos foram para a espécie rosa com 75,4%, 37,7% e 71,4%, respectivamente.

Ao utilizar o método convencional foi observado que os maiores teores de extratos também foram nos tempos de 120 minutos para todas as espécies. No extrato obtido pelo método convencional em água a frio (CagF), o maior teor foi de 58,5% para a espécie girassol; para o método convencional em água quente (CagQ), em álcool a frio (CalF) e em álcool a quente (CalQ) o maior teor de extrato foi de 44,9%, 32,1% e 69,7%, respectivamente, para a espécie rosa, em relação ao peso da massa seca das pétalas.



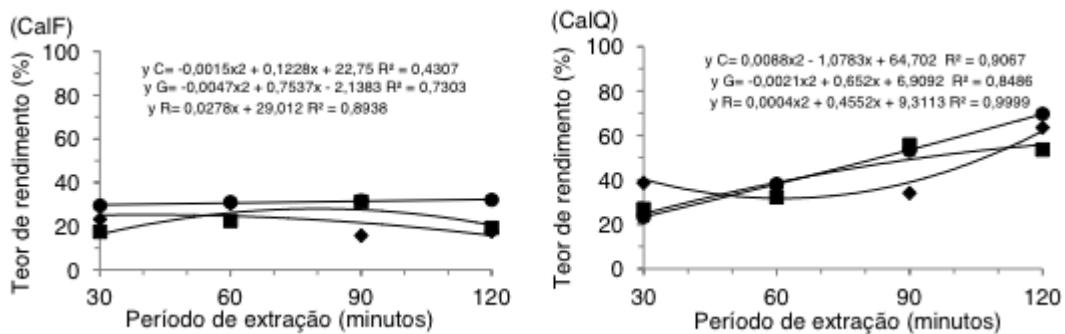


Figura 2 – Teor de extrato de pétalas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) em função de diferentes métodos de extração, solventes, temperaturas e períodos de extração. UagF: ultrassom em água a frio; UagQ: ultrassom em água a quente; UalF: ultrassom em álcool a frio; UalQ: ultrassom em álcool a quente; CagF: convencional em água a frio; CagQ: convencional em água a quente; CalF: convencional em álcool a frio; CalQ: convencional em álcool a quente. Santa Maria, RS, 2017.

Os maiores rendimentos de extratos foram os obtidos no tempo de 120 minutos como mostra a Figura 3. O método de ultrassom em água fria (UagF) apresentou um rendimento de 9,0 g para a espécie girassol, enquanto que o método ultrassom em água quente (UagQ), em álcool a frio (UalF) e a quente (UalQ), apresentou rendimento de 11,6 g, 5,8 g e 11,0 g, respectivamente, para a espécie rosa, diferindo dos demais extratos pesquisados. O método convencional em água fria (CagF) apresentou um rendimento de extrato de 7,9 g para a espécie girassol. Quando utilizado o método convencional em água quente (CagQ), em álcool a frio (CalF) e o maior rendimento foi para a espécie rosa com 6,9 g. Para o método convencional em álcool a frio (CalF) e em álcool a quente o maior rendimento foi para a espécie rosa e em álcool a quente pelo mesmo método (CalQ) o teor foi de 10,8 g para também a espécie rosa apresentando 6,9 g, 5,0 g e 10,8 g, respectivamente.

A maior parte dos extratos de pétalas de calêndula obtiveram os menores rendimentos em comparação com as demais espécies. O maior rendimento dessa espécie foi obtido utilizando o método convencional em álcool a quente (CalQ), por 120 minutos, onde obteve 6,9 g inferior as outras espécies estudadas.

Silva (2011) ao elaborar extratos etanólicos de diferentes partes da planta de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) obteve extratos etanólicos brutos com rendimentos de 8,4% da casca, 12,5% do galho e 23,6 da folha, em relação ao peso da planta seca. Indicando que a quantidade de massa fresca disponível interfere, diretamente, no rendimento do extrato final. Chaves e Costa, (2012) elaboraram extratos hexânicos das folhas de três morfotipos de cajá (Arrabidaea chica (Bonpl.) B. Verl.) e obtiveram teores de extratos entre 2,4 a 4,8%. Estes resultados podem ser explicados pela produção de massa seca da parte aérea das plantas que afetaram o teor e rendimento de extratos, isto também foi observado por outros autores que encontraram maiores rendimentos de óleos essenciais com o aumento dos níveis de nutrientes proporcionados pelo aumento da biomassa seca (CHAGAS et al., 2011; SALES et al., 2009; CHAVES e COSTA, 2012).

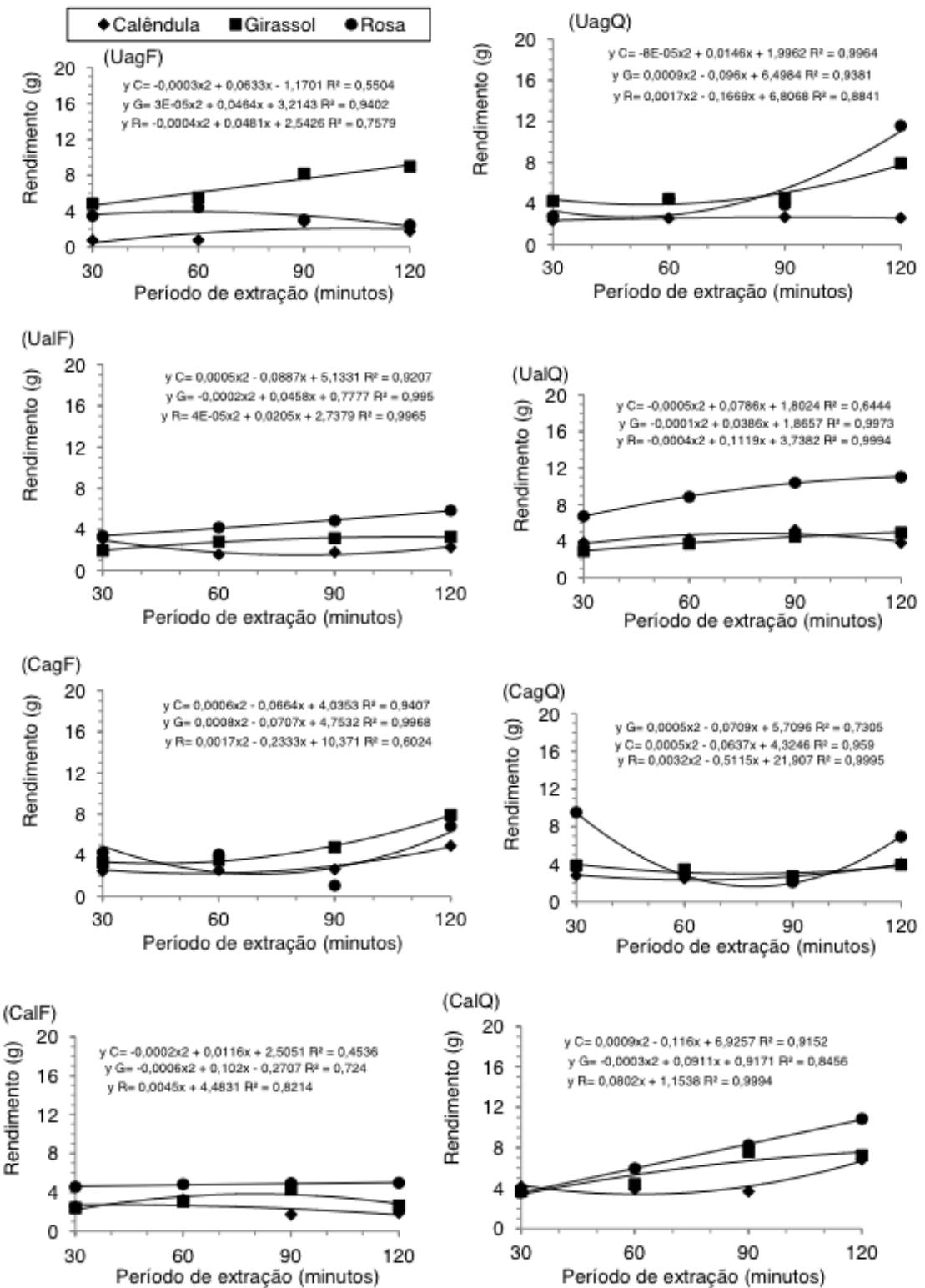


Figura 3 – Rendimento de extrato de pétalas de calêndula (*Calendula officinalis* L.), girassol (*Helianthus annus* L.) e rosa (*Rosa x grandiflora* Hort.) em função de diferentes métodos de extração, solventes, temperaturas e períodos de extração. UagF: ultrassom em água a frio; UagQ: ultrassom em água a quente; UalF: ultrassom em álcool a frio; UalQ: ultrassom em álcool a quente; CagF: convencional em água a frio; CagQ: convencional em água a quente; CalF: convencional em álcool a frio; CalQ: convencional em álcool a quente. Santa Maria, RS, 2017.

Silval et al. (2013) elaboraram extratos de folhas de pereira (*Aspidosperma pyrifolium*) à frio com os solventes hexano e etanol por 7 dias e obtiveram percentual do extrato etanólico de 31%. Estes resultados assemelham-se com os nossos para

os extratos de pétalas de rosa, girassol e calêndula elaborados com álcool à frio pelo método convencional do presente estudo e percentual do extrato hexânico de 3,7%, resultado inferior aos encontrados pelo método convencional utilizando álcool à frio como solvente para elaborar extratos das pétalas desse estudo.

Grüner et al. (2012) ao elaborarem extratos aquosos e metanólicos das folhas de erva-de-passarinho (*Tripodanthus acutifolius*) através da técnica de maceração (24 horas), obtiveram rendimentos de 30 g de extrato aquoso bruto (rendimento de 30%), e 20 g de extrato metanólico bruto (rendimento de 20%). A água, por ser um solvente de amplo espectro é capaz de extrair um maior número de compostos do que o metanol. Isto se evidencia nos rendimentos dos extratos elaborados a partir das pétalas das flores utilizadas neste estudo.

Aguiar et al. (2008) obtiveram rendimentos de 15,6 g de extrato bruto de folhas de erva-cidreira-brasileira (*Lippia alba*), valores superiores de rendimentos foram encontrados nos extratos aquosos de pétalas de rosas elaborados pelo método ultrassom. Munhoz et al. (2012) obtiveram em seu estudo 39,5% de teor extrativos utilizando as flores de cravo-de-defunto (*Tagetes patula*) como droga vegetal submetida à decocção com 100,0 mL de água, durante 10 minutos. Valores superiores de teores de extratos de pétalas de rosas, girassol e calêndula foram encontrados no método convencional em álcool a quente.

Sousa et al. (2007) elaboraram extratos por maceração com etanol à temperatura ambiente de folhas de quatro plantas medicinais amêndoia-brava (*Terminalia brasiliensis*), cachaporra-do-gentio (*Terminalia fagifolia*), caneleiro (*Cenostigma macrophyllum*) e pau-terra (*Qualea grandiflora*) obtiveram teores de extratos de 5,8, 22, 13,7 e 9,8%, respectivamente. Valores superiores foram encontrados no presente estudo para teores de extratos de pétalas de rosa, girassol e calêndula utilizando álcool como solvente em ambos os métodos de extração.

Bezerra et al. (2008) elaboraram extratos etanólico e clorofórmico de macela (*Egletes viscosa*), obtendo da parte aérea (caule e folhas) e os capítulos, maior rendimento dos extratos etanólico e clorofórmico do que das raízes. Os rendimentos dos extratos variaram no transcurso da fase reprodutiva da planta. Os picos foram: raízes: 0,34 e 0,17 g para respectivamente rendimento extrato etanólico e rendimento extrato clorofórmico; capítulos: 3,92 e 18,02 g para respectivamente rendimento extrato etanólico e rendimento extrato clorofórmico e parte aérea: 3,02 e 11,70 g, respectivamente, rendimento extrato etanólico e rendimento extrato clorofórmico. Valores semelhantes de rendimentos de extratos de pétalas de rosa, girassol e calêndula foram encontrados no presente estudo.

A determinação do teor de extrativos é um ensaio utilizado para estimar o potencial de substâncias extraíveis da droga vegetal em água, como aminoácidos, açúcares, heterosídeos flavonoídicos e mucilagens. Esta característica individual pode ser considerada como um parâmetro importante na avaliação da qualidade da droga vegetal, pois está relacionada às características sazonais, ou seja, a produção

de determinados grupos de metabólitos secundários, durante as estações do ano (OLIVEIRA et al., 2001; MUNHOZ et al., 2012).

Piovesan et al. (2017) em um estudo utilizando mirtilo (*Vaccinium ashei*) obtiveram pelo método convencional de extração as melhores condições de extração para os compostos fenólicos, flavonóides e antocianinas utilizando 60% de solvente, 60 minutos e à 40°C, porém as antocianinas, não sofreram influencia do tempo e da temperatura. Pelo método de ultrassom também obtiveram melhores condições de extração de fenólicos, flavonóides e antocianinas utilizando 60% de solvente, 20 minutos e 80 W de potência, sendo que os compostos fenólicos não sofreram influência da potência e os flavonóides não foram influenciados pelo solvente.

4 | CONCLUSÕES

Os melhores resultados de teor e rendimento de extratos de pétalas de rosas foram obtidos pelo método ultrassom utilizando água quente como solvente no período de 120 minutos de extração. O maior teor e rendimento de extratos de pétalas de girassol foram obtidos pelo método ultrassom utilizando água fria como solvente no período de extração de 120 minutos. Para a espécie calêndula os melhores resultados de teor e rendimento de extratos de suas pétalas foram pelo método convencional utilizando álcool a quente como solvente no período de 120 minutos de extração. Os resultados obtidos de teores e rendimentos de extratos das espécies rosa, girassol e calêndula, permitem considerar estas plantas como fonte natural para a identificação de novos compostos bioativos. Deste modo, novos estudos devem ser realizados para investigar a composição química das partes das plantas e dos extratos dessas plantas.

5 | AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001. Os autores agradecem aos professores do Setor de Floricultura do Departamento de Fitotecnia da UFSM, Dr^a. Fernanda Alice Antonello Londero Backes e Dr. Rogério Antônio Bellé pela colaboração e auxílio na produção e obtenção das flores e ao Laboratório de Análises de Poluentes Persistentes (LAPP) do Departamento de Morfologia da Universidade Federal de Santa Maria (RS), pelo empréstimo do aparelho de ultrassom para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, J. S.; COSTA, M. C. C. D.; NASCIMENTO, S. C.; SENA, K. X. F. R. **Atividade antimicrobiana de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown (Verbenaceae).** Revista Brasileira de Farmacognosia – Brazilian Journal of Pharmacognosy 18(3): 436-440, Jul./Set. 2008.

ANDREO, D.; JORGE, N. **Antioxidantes naturais: técnicas de extração.** Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, vol. 24, n. 2, p. 319-336, 2006.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC) International. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists.** 18. ed, Washington, p. 35-38, 2005.

BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem, evolução e história das rosas cultivadas.** Revista Brasileira Agrociência, Pelotas, v.11, n.3, p. 267-271, 2005.

BEZERRA A. M. E.; MEDEIROS FILHO S.; OLIVEIRA L. D. M.; SILVEIRA E. R. **Produção e composição química da macela em função da época de colheita.** Horticultura Brasileira, v. 26, n. 1, jan.-mar. 2008.

CASTRO, M. D. L.; PRIEGO-CAPOTE, F.; PERALBO-MOLINA, A. **The role of ultrasound in analytical derivatizations.** Journal of Chromatography, v. 879, p. 1189-1195, 2011.

CHAGAS, J. H.; PINTO, J. E. B. P.; BERTOLUCCI, S. K. V.; SANTOS, F. M.; BOTREL, P. P.; PINTO, L. B. B. **Produção da hortelã-japonesa em função da adubação orgânica no plantio e em cobertura.** Horticultura Brasileira. Brasília. v. 29, n3, p. 412-417, 2011.

CHAVES, F. C. M.; COSTA, J. S. **Teor e rendimento de extrato das folhas de três morfotipos de *Arrabidaea chica* (Bonpl.) B. Verl. em função de adubação orgânica em Manaus, AM.** In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS. 2012. Belém. Anais. Belém-PA: 4p.

CONDE, E.; CADAHÍA, E.; GARCIA-VALLEJO, M. C.; SIMÓN, B. F. **Polyphenolic composition of *Quercus suber* cork from different Spanish provenances.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 46, n. 8, p. 3166-3171, 1998.

FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system.** Ciência e Agrotecnologia. vol.35 no.6 Lavras Nov./Dec. 2011.

FRANZEN, F. L. RICHARDS, N. S. P. S. OLIVEIRA, M. S. R. BACKES, F. A. A. L. MENEGAES, J. F. ZAGO, A. P. **Caracterização e qualidade nutricional de pétalas de flores ornamentais.** Acta Iguazu, Cascavel, v.5, n.3, p. 58-70, 2016.

FRANZEN, F. L. FRIES, L. L. M. OLIVEIRA, M. S. R. LIDÓRIO, H. F. MENEGAES, J. F. LOPES, S. J. **Teor e rendimento de extratos de flores obtidos por diferentes métodos e períodos de extração.** Acta Iguazu, Cascavel, v.7, n.1, p. 9-21, 2018.

GONZÁLEZ-MONTELONGO R.; LOBO M. G.; GONZÁLEZ M. **Antioxidant activity in banana peel extracts: Testing extraction conditions and related bioactive compounds.** Food Chemistry, v. 119, p. 1030–1039, 2010.

GRÜNER, J. M., SOUZA, T. K., BENITEZ, L. B., SILVA, C. M. **Análise do perfil fitoquímico de *Tripodanthus acutifolius* (Ruiz & Pavón) Tieghem, Loranthaceae.** Revista Jovens Pesquisadores, Santa Cruz do Sul, n. 1, p. 9-17, 2012.

HANDA, S. S. **An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants.** In: HANNA, S. S.; KHANUJA, S. P. S.; LONGO, G.; RAKESH, D. D. **Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants.** Trieste: United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology (ICS - UNIDO), 2008. 260 p.

HAYOUNI, E. A.; ABEDRABBA, M.; BOUIX, M.; HAMDI, M. **The effects of solvents and extraction method on the phenolic contents and biological activities in vitro of Tunisian *Quercus coccifera* L. and *Juniperus phoenicea* L. fruits extracts.** Food Chemistry, v. 105, n.3, p. 1126-1134, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). ZENEBON, O; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. (Coordenadores). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 4º Edição - 1º Versão eletrônica. São

Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analiseddealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 27 set. 2016.

KIM, S.J.; MIN, S.C.; SHIN, H.J., LEE, Y.J., CHO, A. R., KIM, S. Y., & HAN, J. **Evaluation of the antioxidant activities and nutritional properties of ten edible plant extracts and their application to fresh ground beef.** Meat Science, v.93, n.3, p. 715-722, 2013.

MOURA, A. S.; SOUZA, A. L. G.; OLIVEIRA JUNIOR, A. M.; LIRA, M. L.; SILVA, G. L. **Caracterização físico-química da folha, flor e vagem da moringa (*Moringa oleifera* Lamarck).** In: ENCONTRO NACIONAL DE MORINGA 02 A 04 DE SETEMBRO DE 2009. Anais. Aracaju – Sergipe, 4p..

MUNHOZ, V. M.; LONGHINI, R.; SILVA, T. A. P.; LONNI, A. A. S. G.; SOUZA, J. R. P.; LOPES, G. C.; MELLO, J. C. P. **Pharmacognostic study of the flowers of *Tagetes patula* L. (Asteraceae).** Revista Fitoterápicos. Vol. 7 – nº 04 – out/dez, 2012.

OLIVEIRA, F.; AKISUE, G. **Fundamentos de Farmacobotânica e de Morfologia Vegetal.** 3^a Ed. São Paulo: Ed. Atheneu, 2009. 228 p.

OLIVEIRA, A. L., PADILHA, C. D., ORTEGA, G. G., PETROVICK, P. R. ***Achyrocline satureoides* (LAM.) DC. (Marcela), Asteraceae, avaliação comparativa da droga vegetal e estudos preliminares de otimização da extração.** Caderno de Farmácia, 17(1): 33-38. 2001.

PASSOS, M. G.; CARVALHO, H.; WIEST, J. M. **Inibição e inativação *in vitro* de diferentes métodos de extração de *Ocimum gratissimum* L. (“alfavacão”, “alfavaca”, “alfavaca-cravo”) - *Labiatae* (*Lamiaceae*), frente a bactérias de interesse em alimentos.** Rev. Bras. Pl. Med., Botucatu, v.11, n.1, p.71-78, 2009.

PIOVESAN, N., VIERA, V.B., MELLO, R. DE O., SANTOS, R.C. V. DOS., VAUCHER, R. DE A., DRESSLER, V.L., BIZZI, C. A. AND FRIES, L. L. M. **Microwave-assisted extraction of bioactive compounds from blueberry (*Vaccinium ashei* Reade) and their antioxidant and antimicrobial capacity.** International Food Research Journal 24(6): 2526-2533. 2017.

PRATA, G. G. B. **Compostos bioativos e atividade antioxidante de pétalas de rosas de corte.** 111p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa. 2009.

REIS, C.; QUEIROS, F.; FROES, M. **Jardins Comestíveis.** IPEMA – Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica. Ubatuba/SP. 2004. 18p.

RIBEIRO, B. **Curiosidades: uso de flores comestíveis na alimentação.** Revista Rolão. Set./Out. 2010.

ROSTAGNO, M. A.; PALMA, M.; BARROSO, C. G. **Ultrasound-assisted extraction of soy isoflavones.** Journal of Chromatography, v. 1012, p. 119-128, 2003.

SALES, J. F.; PINTO, J. E. B. P.; BOTREL, P. P.; SILVA, F. G.; CORREA, R. M.; CARVALHO, J. G.; **Acúmulo de massa, teor foliar de nutrientes e rendimento de óleo essencial de hortelã-do-campo (*Hyptis marruboides* Epl.) cultivado sob adubação orgânica.** Bioscience Journal, Uberlândia, v. 25, n. 1, p. 60-68, Jan./Feb. 2009.

SANTOS, W. J. **Extração de compostos antioxidantes da folha da mangueira (*Mangifera indica* L.) utilizando CO₂ supercrítico, água e etanol.** 112p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

SHAIDI, F; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications.** Lancaster: Technomic Publishing, p. 281-319, 1995.

SILVA, K. O. **Avaliação das atividades antimicrobiana, aderência, antioxidante, anti-inflamatória**

e antinociceptiva de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Vitória da Conquista, 2011.

SILVAL, R. C.; FERNANDES, P. R. D.; MORAES, A. R.; BIZERRA, A. M. C. **Testes fitoquímicos em extratos orgânicos de *Aspidosperma pyrifolium* (Pereiro).** In: IX CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, 2013. Anais. Currais Novos/RN, IFRN, 8p.

SOUZA, C. M. M., SILVA, H. R., VIEIRA JUNIOR, G. M., AYRES, M. C. C., COSTA, C. L. S., ARAÚJO, D. S., CAVALCANTE, L. C. D., BARROS, E. D. S., ARAÚJO, P. B. M., BRANDÃO, M. S., CHAVES, M. H. **Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais.** Quim. Nova, Vol. 30, No. 2, 351-355, 2007.

SULLIVAN, K. **The complete family guide to natural home remedies.** Boston: Element, 1997. 256p.

VIEIRA, V. B., PIOVESAN, N., RODRIGUES, J. B., MELLO, R. DE O., PRESTES, R. C., SANTOS, R. C. V DOS., VAUCHER, R. DE A., HAUTRIVE, T. P. E KUBOTA, E. H. **Extraction of phenolic compounds and evaluation of the antioxidant and antimicrobial capacity of red onion skin (*Allium cepa* L.).** International Food Research Journal 24(3): 990-999. 2017.

ZOU, T. B.; JIA, Q.; LI, H. W.; WANG, C. X.; WU, H.F. **Response surface methodology for ultrasound-assisted extraction of astaxanthin from *Haematococcus pluvialis*.** Marine Drugs, v. 11, n. 5, p. 1644–1655, 2013.

VAZÃO DE ÁGUA EM CHILLER INDUSTRIAL: ESTUDO DA INFUÊNCIA NA TEMPERATURA DA CARCAÇA DE FRANGO

Krishna Rodrigues de Rosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *campus* avançado de Guarantã do Norte
Guarantã do Norte - MT

Elaine de Arruda Oliveira Coringa

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *campus* Bela Vista
Cuiabá - MT

Xisto Rodrigues de Souza

Programa de Pós-graduação – mestrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – *campus* Bela Vista
Cuiabá - MT

RESUMO: Objetivou-se verificar a vazão de água do sistema de pré-resfriamento de carcaças e sua influência na temperatura da carcaça de frango. O estudo foi realizado em três matadouros com SIF através da realização de leitura da vazão de água de renovação e aferição da temperatura da água dos tanques de imersão e da carcaça de frango antes e após o seu pré-resfriamento. Foi observado que os dados de vazão de água de renovação atenderam à legislação vigente, contudo houve falha na temperatura da água do sistema e da carcaça de frango, informações estas também verificadas por outros autores. Conclui-se que não foi possível verificar qual fator do sistema

de pré-resfriamento influencia diretamente na temperatura da carcaça de frango, sendo necessários mais estudos neste sentido.

PALAVRAS-CHAVE: matadouro; aves; pré-resfriamento; renovação.

ABSTRACT: The objective was to check the water flow of the pre-cooling carcasses system and its influence on the temperature of the chicken carcass. The study was conducted in three slaughterhouses with SIF through the realization of renovation of water flow of reading and measurement of water temperature of immersion tanks and chicken carcasses before and after your pre-cooling. It was observed that the renovation of water flow data met the current legislation, but failed in the temperature of the water system and the chicken carcass, these information's also were verified by other authors. It was concluded that it was not possible to verify that pre-cooling system factor influences directly the temperature of the chicken carcass, more research is needed in this regard.

KEYWORDS: slaughterhouse; birds; pre-cooling; renovation.

1 | INTRODUÇÃO

A carne de frango é considerada uma das fontes de proteína animal mais barata, ficando

atrás somente dos ovos, sendo que os valores de consumo no Brasil já chegam a 50,0 kg/hab./ano o que ultrapassa e muito qualquer outro alimento de origem animal se firmando como a carne de maior consumo no país, onde temos a carne bovina e suína em segundo e terceiro lugares, respectivamente (ROSA, 2013).

O processamento industrial básico de aves é similar na maioria dos matadouros, tendo como etapas comuns as seguintes: insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem, evisceração, lavagem, pré-resfriamento, embalagem, congelamento e expedição (ESCUDERO-GILETE et al., 2005; GUARNIERI et al., 2004).

O pré-resfriamento da carcaça de frango é uma das etapas mais importantes no matadouro de aves, pois a redução da temperatura, além de conter o crescimento microbiano, influencia os principais indicadores de qualidade da carcaça, tais como: sabor, aparência e textura (SAVELL et al., 2005). O pré-resfriamento de frangos pode ser realizado de três formas: por aspersão de água gelada, imersão em água gelada com ou sem uso de gelo e por ar frio (ROSA, 2013).

As indústrias brasileiras, quase na sua totalidade, possuem como sistema de pré-resfriamento o uso de tanques de inox preenchidos com água e gelo, onde as carcaças são colocadas e transportadas por um sistema de rosca sem fim (CARCIOFI, 2005), uma vez que o primeiro tanque, denominado pré-chiller, deve ter temperatura máxima da água de 16°C e o segundo, chiller, máximo de 4°C, ao ponto que na saída do sistema de pré-resfriamento a temperatura da carcaça de frango não deve ultrapassar 7°C (BRASIL, 1998).

A renovação da água no sistema de pré-resfriamento por imersão deve ser constante e em sentido contrário à movimentação das carcaças (contracorrente), na proporção mínima de 1,5 L/carcaça no primeiro estágio e 1,0 L no último estágio, entretanto em indústrias que fazem uso de mais de um chiller, a água renovada no último tanque pode ser inferior a: 1L/carcaça, para carcaças com peso não superior a 2,5 kg; 1,5 L/carcaça, para carcaças com peso entre 2,5 a 5,0 kg; e 2 L/carcaça para carcaças com peso superior a 5 kg (BRASIL, 1998).

Em virtude do incremento da severidade na legislação brasileira com relação à elaboração de produtos de qualidade isenta de processos fraudulentos, principalmente no que concerne à absorção de água pelo produto, as empresas produtoras buscam melhorias no processo de produção a fim de atender à legislação vigente e garantir uma margem de lucro compatível com a categoria (ROSA, 2013).

Sabe-se que qualquer alteração na vazão e temperatura da água de renovação influencia diretamente na temperatura final do produto, assim como, na absorção de água pelo mesmo. Por isso, este trabalho tem por objetivo verificar a vazão de água e sua influência na temperatura da carcaça de frango.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em três matadouros de aves e coelhos com Serviço de Inspeção Federal, aqui denominados de A, B e C, sendo os dois primeiros situados no Estado de Mato Grosso e o terceiro no Estado de Goiás, cujo volume médio de abate diário é de 50.000 aves, 90.000 aves e 200.000 aves, respectivamente.

Foi realizada a leitura da vazão da água de renovação, no período de uma hora através do uso da subtração entre o valor da leitura final e inicial do hidrômetro, do sistema de pré-resfriamento de carcaça (pré-chiller e chiller), assim como foi aferida a temperatura da água do sistema de pré-resfriamento e da carcaça de frango no início e no final do mesmo tendo como local de aferição o músculo peitoral profundo – com uso de termômetro digital tipo espeto Incoterm (-50°C +300°C), todos em triplicata durante cinco dias consecutivos em cada abatedouro estudado, sendo que foram utilizados para fins deste estudo somente as médias dos dados observados.

Para que se pudesse verificar se a vazão de água de cada tanque estava dentro dos padrões da legislação brasileira, tomou-se nota da velocidade do abate e a média do peso do lote no horário estudado descrevendo os mesmos em uma única tabela.

Os dados foram tabulados e interpretados em °C (para temperatura) e L/carcaça/hora (para vazão de água das carcaças de frango) através do uso de estatística descritiva com o cálculo da média e desvio padrão e da confecção de uma tabela contendo ambas variáveis com o uso do programa Microsoft Excel (versão 2010), sendo que os resultados foram comparados ao descrito na Portaria 210/1998.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as informações de velocidade do abate e peso médio das carcaças de frango por dia de cada matadouro estudado.

Matadouros	Dia	Velocidade do abate (aves/hora)	Peso médio da carcaça de frango (kg)
A	1	4.500	2,45
	2	4.500	2,30
	3	3.900	2,71
	4	4.500	2,45
	5	4.500	2,60
B	1	5.700	2,02
	2	5.700	2,17
	3	5.700	1,97
	4	5.700	1,75
	5	6.000	1,84

	1	7.000	2,48
	2	7.000	2,53
C	3	7.000	2,40
	4	7.000	2,46
	5	7.000	2,42

Tabela 1 - Informações dos matadouros A, B e C com relação à velocidade de abate e peso médio das carcaças de frango por dia.

A Tabela 2 apresenta os dados de temperatura e vazão de água dos matadouros avaliados por dia de verificação.

Matadouro A						
Dados avaliados	Dias					
	2	3	4	5		
	³ Média ± dp	³ Média ± dp	³ Média ± dp	³ Média ± dp		
¹ T (°C)	Carcaça início pré-chiller	38,8 ± 0,42	37,6 ± 0,67	37,6 ± 1,34	35,1 ± 1,09	38,0 ± 0,28
	Carcaça final do chiller	6,7 ± 0,37	5,2 ± 0,75	8,8 ± 2,26	4,1 ± 0,98	6,3 ± 0,83
	Água do pré-chiller	4,3 ± 0,10	13,7 ± 0,42	12,1 ± 0,10	8,9 ± 0,50	8,9 ± 0,58
	Água do chiller	4,0 ± 0,01	5,0 ± 0,20	0,6 ± 0,14	0,8 ± 0,10	0,8 ± 0,17
	Pré-chiller	2,28 ± 0,10	3,06 ± 0,02	2,75 ± 0,22	2,49 ± 0,01	2,35 ± 0,04
	Chiller	2,22 ± 0,03	2,32 ± 0,02	2,61 ± 0,08	2,13 ± 0,01	2,15 ± 0,03
Matadouro B						
Dados avaliados	Dias					
	2	3	4	5		
	³ Média ± dp	³ Média ± dp	³ Média ± dp	³ Média ± dp		
¹ T (°C)	Carcaça início pré-chiller	37,8 ± 0,24	37,3 ± 0,47	35,3 ± 0,47	36,7 ± 0,47	38,0 ± 0,82
	Carcaça final do chiller	6,3 ± 1,54	5,0 ± 0,82	5,3 ± 0,94	5,3 ± 1,69	4,0 ± 0,82
	Água do pré-chiller	9,1 ± 0,47	8,3 ± 0,47	9,7 ± 0,47	8,7 ± 0,47	8,3 ± 0,47
	Água do chiller	1,6 ± 0,04	1,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01	2,0 ± 0,01	1,0 ± 0,01
	Pré-chiller	2,64 ± 0,01	2,62 ± 0,005	2,27 ± 0,01	2,53 ± 0,01	2,39 ± 0,01
	Chiller	1,41 ± 0,01	1,2 ± 0,01	1,13 ± 0,01	1,32 ± 0,01	1,17 ± 0,01
Matadouro C						
Dados avaliados	Dias					
	2	3	4	5		
	³ Média ± dp	³ Média ± dp	³ Média ± dp	³ Média ± dp		

	Carcaça início pré-chiller	36,7 ± 1,70	36,3 ± 0,94	38,7 ± 0,47	37,7 ± 1,25	36,0 ± 0,82
¹ T (°C)	Carcaça final do chiller	5,3 ± 0,47	6,0 ± 0,01	5,0 ± 0,01	5,7 ± 0,47	4,3 ± 0,47
	Água do pré-chiller	6,3 ± 0,47	7,7 ± 0,47	6,0 ± 0,01	7,7 ± 0,47	6,3 ± 0,47
	Água do chiller I	4,7 ± 0,47	5,7 ± 0,47	5,0 ± 0,01	6,7 ± 0,47	5,3 ± 0,47
	Água do chiller II	1,7 ± 0,47	3,0 ± 0,01	3,7 ± 0,47	5,0 ± 0,01	3,6 ± 0,47
² Vazão de água	Pré-chiller	2,03 ± 0,01	2,23 ± 0,01	2,17 ± 0,01	2,22 ± 0,01	2,14 ± 0,01
	Chiller I	1,45 ± 0,01	1,54 ± 0,01	1,53 ± 0,01	1,55 ± 0,01	1,51 ± 0,01
	Chiller II	1,45 ± 0,01	1,54 ± 0,01	1,53 ± 0,01	1,55 ± 0,01	1,51 ± 0,01

Tabela 2 - Valores encontrados de temperatura da água e das carcaças e vazão de água dos matadouros A, B e C.

¹T (°C) = temperatura; ²Vazão de água (L/carcaça/hora); ³Média ± dp (Média da triplicata ± desvio padrão).

Observou-se que a vazão de água de renovação dos matadouros em ambos os tanques (pré-chiller e chiller) mantiveram os valores dentro do descrito na legislação vigente. Contudo, os dados de temperatura da água de imersão e da carcaça obtiveram valores fora do preconizado pela Portaria 210/1998.

Sendo que no matadouro A teve-se, no segundo dia de estudo, a temperatura da carcaça no final do chiller com 8,8°C e da água do chiller em 5,0°C. Enquanto que no matadouro C constatou-se, somente no quarto dia avaliado, a temperatura da água do chiller II com valor de 5,0°C, sendo que em Brasil (1998) há a descrição de que a carcaça não deve sair do sistema de pré-resfriamento com temperatura máxima de 7°C - a não ser que siga diretamente para o congelamento imediato podendo possuir temperatura de até 10°C – e da água do chiller em 4°C.

Isolan (2007), utilizando em seu estudo somente o pré-chiller, dispôs de valores de vazão de água de renovação abaixo do preconizado por Brasil (1998) tendo alcançado valores de 1,41, 1,48 e 1,46 L/carcaça/hora, já em relação à temperatura da água do tanque os dados constatados atenderam a legislação brasileira ao ponto que foram: 7,82°C, 8,33°C e 8,74°C.

Young e Smith (2004) relataram que a taxa de absorção de água em carcaças com menor dimensão e peso é maior do que em carcaças mais pesadas e maiores, além disso, descreveram que o tempo de imersão é a variável mais importante associada à absorção de água. Relatos condizentes foram feitos por James et al. (2006) ao sugerirem que o tempo de imersão e intensidade da agitação da água são as variáveis que controlam a absorção de água em carcaças de aves.

Savell et al. (2005) constataram que quando mais rapidamente as carcaças são resfriadas mais tinham o potencial de serem afetadas pelo encurtamento pelo frio, assim como sofrerem pelo endurecimento da musculatura. Também relataram que esse processo gerou um atraso no resfriamento das carcaças, fazendo com que as mesmas não alcançassem temperatura ideal na saída do sistema, tal como, obtivessem

influência positiva sobre a textura no *post-mortem*.

Os autores Carciofi e Laurindo (2007) e Paolazzi et al. (2013) verificaram que em se tratando de pré-resfriamento de carcaças de frango por imersão mais que 50% do que a carcaça absorve de água durante todo o processo ocorre durante os primeiros dez minutos após o início da imersão da mesma. Enquanto que ocorre uma diminuição na absorção de água depois disso, sendo que o tempo no chiller auxilia na redução dessa absorção visto que a baixa temperatura da água e o potencial de saturação das células musculares do produto são fatores predisponentes para tal.

Pelo descrito anteriormente, pode-se confirmar que tal condição também ocorreu neste estudo visto que os dias em que se obtiveram resultados de temperatura fora do padrão, segundo e quarto dia do matadouro A e C, respectivamente, os pesos das carcaças foram 2,30kg (mais leve dos dias avaliados) e 2,46kg (exatamente o peso médio dos dias avaliados).

Além disso, se levarmos em consideração o tempo de permanência no pré-chiller e o tempo total no pré-resfriamento nos dias onde foram constatadas não conformidades, tem-se que no matadouro A foi de 23 minutos e 02h02 min, enquanto que no matadouro C foi de 19 min e 01h36min, respectivamente.

Entretanto, não foi verificado em nenhum matadouro avaliado independente do dia estudado, alteração na taxa de absorção de água pela carcaça, sendo que todos os resultados obtidos atendiam à legislação vigente.

4 | CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho atenderam quase que em sua totalidade o preconizado pela legislação vigente quanto à vazão de água de renovação do sistema de pré-resfriamento e temperatura da água de imersão e da carcaça de frango, contudo não foi possível verificar qual fator influenciou diretamente na temperatura da carcaça de frango visto que os dados complementares de tempo de permanência no pré-chiller, peso das carcaças e taxa de absorção de água em carcaças de frango não foram suficientes para embasar tal condição.

Informações próximas ao deste trabalho foram obtidas por outros autores, entretanto faz-se necessário a realização de estudos mais profundos e longos visando detectar qual fator é possível de agir diretamente na temperatura da carcaça de frango e com isso gerar ou não uma fraude ao consumidor.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. DCI/DIPOA. Portaria nº. 210, de 10 de novembro de 1998. **Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico Sanitária da Carne de Aves**. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de novembro de 1998, Seção 1, p. 226.

CARCIOFI, B. A. M. **Estudo do resfriamento de carcaças de frango em chiller de imersão em água.** 2005. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. **Water uptake by poultry carcasses during cooling by water immersion.** Chemical Engineering and Processing, v. 46, n. 5, maio, p. 444-450, 2007.

ESCUDERO-GILETE, M. L.; GONZALEZ-MIRET, M. L.; HEREDIA, F. J. **Multivariate study of the decontamination process as function of time, pressure and quantity of water used in washing stage after evisceration in poultry meat production.** Journal of Food Engineering, v. 69, n. 2, julho, p. 245–251, 2005.

JAMES, C., VICENT, C.; ANDRADE LIMA, T. I.; JAMES, S. J. **The primary chilling of poultry carcasses - a review.** International Journal of Refrigeration, v. 29, n. 6, setembro, p. 847–862, 2006.

GUARNIERI, P. D.; OLIVO, R.; SOARES, A. L.; IDA, E. I.; LARA, J. A. F.; SHIMOKOMAKI, M. **Preslaughter handling with water shower spray inhibits PSE (Pale, soft, exudative) broiler breast meat in a commercial plant. Biochemical and ultrastructural observations.** Journal of Food Biochemistry, v. 28, n. 4, p. 269-277, 2004.

ISOLAN, L. W. **Estudo da eficácia da etapa de pré-resfriamento por imersão em água no controle microbiológico das carcaças de frango.** 2007. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

PAOLAZZI, E. D.; NOREÑA, C. P.; BRANDELLI, A. **Water absorption and temperature changes in poultry carcasses during chilling by immersion.** International Journal of Food Engineering, v. 9, n. 1, p. 129-134, 2013.

ROSA, K. R. **Fatores que interferem na absorção de água em carcaças de frango.** 2013. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso campus Cuiabá – Bela Vista, Cuiabá, 2013.

SAVELL, J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, B. E. **The chilling of carcasses.** Meat Science, v. 70, n. 3, p. 449-459, 2005.

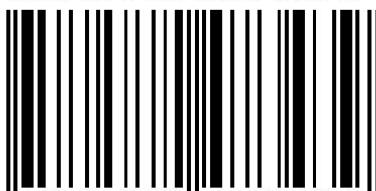
YOUNG, L. L.; SMITH, D. P. **Moisture retention by water- and air-chilled chicken broilers during processing and cutup operations.** Poultry Science, v. 83, n. 1, janeiro, p. 119–122, 2004.

SOBRE AS ORGANIZADORAS

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

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

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

A standard 1D barcode representing the ISBN number 978-85-7247-343-9.

9 788572 473439