

LUIS HENRIQUE ALMEIDA CASTRO
(ORGANIZADOR)

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

4

Atena
Editora
Ano 2023

LUIS HENRIQUE ALMEIDA CASTRO
(ORGANIZADOR)

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

4


Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Nataly Evilin Gayde

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2023 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2023 Os autores

Copyright da edição © 2023 Atena

Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena

Editora



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

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

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

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

Conselho Editorial**Ciências Biológicas e da Saúde**

Profª Drª Aline Silva da Fonte Santa Rosa de Oliveira – Hospital Federal de Bonsucesso

Profª Drª Ana Beatriz Duarte Vieira – Universidade de Brasília

Profª Drª Ana Paula Peron – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

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

Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

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

Profª Drª Camila Pereira – Universidade Estadual de Londrina

Prof. Dr. Cirênio de Almeida Barbosa – Universidade Federal de Ouro Preto

Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
 Profª Drª Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes
 Prof. Dr. Davi Oliveira Bizerril – Universidade de Fortaleza
 Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
 Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
 Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
 Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
 Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
 Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
 Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
 Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
 Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
 Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
 Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
 Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
 Prof. Dr. Guillermo Alberto López – Instituto Federal da Bahia
 Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia Profª Drª Lara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
 Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
 Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Delta do Parnaíba – UFDPAr
 Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Prof. Dr. José Aderval Aragão – Universidade Federal de Sergipe
 Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
 Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
 Profª Drª Kelly Lopes de Araujo Appel – Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal
 Profª Drª Larissa Maranhão Dias – Instituto Federal do Amapá
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
 Profª Drª Luciana Martins Zuliani – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
 Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
 Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
 Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
 Prof. Dr. Maurilio Antonio Varavallo – Universidade Federal do Tocantins
 Prof. Dr. Max da Silva Ferreira – Universidade do Grande Rio
 Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
 Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
 Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
 Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
 Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
 Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
 Profª Drª Sheyla Mara Silva de Oliveira – Universidade do Estado do Pará
 Profª Drª Suely Lopes de Azevedo – Universidade Federal Fluminense
 Profª Drª Taísa Ceratti Treptow – Universidade Federal de Santa Maria
 Profª Drª Vanessa da Fontoura Custódio Monteiro – Universidade do Vale do Sapucaí
 Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
 Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
 Profª Drª Welma Emídio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizador: Luis Henrique Almeida Castro

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)	
S456	<p>Segurança alimentar e nutricional 4 / Organizador Luis Henrique Almeida Castro. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-258-1131-4 DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.314231404</p> <p>1. Alimentação. 2. Nutrição. I. Castro, Luis Henrique Almeida (Organizador). II. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 613.2</p>
Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166	

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

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

Na continuidade da obra “Segurança Alimentar e Nutricional”, agora em seu quarto compêndio, a Atena Editora traz ao leitor mais 18 estudos que abordam os desafios encontrados na abordagem científica da questão alimentar. Ainda em 2018 a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO) apontou que o número de seres humanos que passam fome já havia aumentado afetando, na época, cerca de 821 milhões de pessoas no mundo. É consenso que a insegurança alimentar tende a acompanhar as tendências sociais de modo que são justamente os grupos populacionais em minorias ou marginalizados que apresentam maior tendência a serem expostos à escassez de alimentos e/ou à falta de acesso à alimentação adequada.

Considerando o novo destaque que os conceitos de segurança e insegurança alimentar ganham neste cenário, o e-book foi organizado de modo a sequenciar os artigos selecionados para publicação em eixos temáticos tendo início com um dos tópicos mais urgentes na garantia da segurança alimentar: o desperdício, como reduzi-lo e como instituir práticas de reaproveitamento de alimentos. A obra continua com um debate sobre a suplementação nutricional; educação alimentar e o papel o profissional da nutrição no processo ensino-aprendizagem; padrão de consumo alimentar e sua possível relação com o surgimento e progressão das doenças neurodegenerativas; e, finaliza com tópicos especiais na área de contaminantes alimentares.

Com um agradecimento especial aos colaboradores que submeteram seus trabalhos, desejamos uma boa leitura!

Luis Henrique Almeida Castro

CAPÍTULO 1 1**MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UNIDADES PRODUTORAS DE REFEIÇÕES NO BRASIL: UMA REVISÃO**

Raissa Loise Maciel de Souza
Ana Beatriz Peixoto Nunes
Adailza Francisca da Silva Pinto
Heleni Aires Clemente

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314041>

CAPÍTULO 2 17**SEMENTES COMO INGREDIENTES NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Cibele Maria de Araújo Rocha
Camila Carvalho Lucena
Julia Hertz Bogater
Fabiana Lima de Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314042>

CAPÍTULO 328**BARRA NUTRICIONAL DE *Moringa Oleífera L***

Ébano Negrini
Tassio José Mosoli
Diogo Rafael Gouveia Pesavento
Jozé Marcelo Pizoni
Adriano Pansera
Eduarda Cutchma
Daniella Miotto Bernardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314043>

CAPÍTULO 434**AMÊNDOA DO BABAÇU E SEUS SUBPRODUTOS NA ÁREA DE NUTRIÇÃO, ALIMENTOS E FARMACÊUTICA: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E DE CORPUS TEXTUAL**

Samuel Almeida Costa Rocha
Tonicley Alexandre da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314044>

CAPÍTULO 550**SUPLEMENTOS ALIMENTARES MAIS COMERCIALIZADOS EM LOJA DE PRODUTOS NATURAIS EM MACEIÓ/AL**

Ana Luísa Barros Duarte da Costa
Jedimilson Mateus Santos Silva
Eliane Costa Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314045>

CAPÍTULO 659

DIETAS ENTERAIS ESPECIALIZADAS PARA CONTROLE GLICÊMICO
DISPONÍVEIS NO MERCADO/ RECOMENDAÇÕES NUTRICIONAIS

Nathalie Maria Figueiredo
Ydallina Jully Gomes da Silva
Júlia Mártires Batista dos Santos
Letícia Rayane Bomfim da Silva
Marcia Fidelix

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314046>

CAPÍTULO 766

AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE HIGIENE DOS MANIPULADORES DE
ALIMENTOS DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO NA CIDADE DE MACEIÓ – AL

Liliane Acioly de Moura
Hugo Ferreira Cândido Accioly
Eliane Costa Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314047>

CAPÍTULO 875

EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA
INTERDISCIPLINAR NA DISCIPLINA DE HISTÓRIA DO ENSINO MÉDIO

Taís Avelar Numeriano de Sá
Yanna Gabrielle Hermogens Ferreira
Mariana Luiza Rodrigues de Marins
Bárbara Emanuelle Alves Silva Soares
Diego Felipe dos Santos Silva
Cristhiane Maria Bazílio de Omena Messias

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314048>

CAPÍTULO 996

A IMPORTÂNCIA DO NUTRICIONISTA NA EQUIPE MULTIPROFISSIONAL NO
CUIDADO DOS TRANSTORNOS ALIMENTARES

Letícia Beatriz da Silva Alves
Bruna Lemos Ribeiro
Júnia Helena Porto Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.3142314049>

CAPÍTULO 10..... 102

AVALIAÇÃO DO PERFIL DO CONSUMO ALIMENTAR DE CLIENTES DE UM
RESTAURANTE TIPO SELF SERVICE E A POSSÍVEL CORRELAÇÃO COM
DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS

Alex Melo Braga
Rodrigo Rodrigues Cassiano da Silva
Eliane Costa Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140410>

CAPÍTULO 11 111**EFEITOS DA CREATINA NA SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL PARA O DESEMPENHO FÍSICO**

Arnaldo Grigorio de Oliveira Júnior

Júnia Helena Porto Barbosa

Natasha Maria Martins Pinheiro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140411>**CAPÍTULO 12..... 124****O PAPEL DA ALIMENTAÇÃO NA MELHORA DA COGNIÇÃO E PREVENÇÃO DE DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS: DEPRESSÃO, ALZHEIMER, PARKINSON**

Myrna Maia Tobias Granja

Érika Eduarda Wsova do Nascimento

Junia Helena Porto Barbosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140412>**CAPÍTULO 13..... 139****RELAÇÃO ENTRE OBESIDADE E DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA DE ALZHEIMER**

Débora Fernandes Pinheiro

Ana Cristina Silva da Natividade

Cleber do Amaral Mafessoni Liviz

Karoline Leticia Lovis

José Matheus Santos Oliveira

Nayara Pereira Lima

Josiane Goularte Pinheiro

Thalia Marchinhaki Pedro Miranda

Jéssica Santana Gilioli

Jéssica Dalla Costa

Djenefer Giane Baze de Miranda

Priscila Dal Bosco

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140413>**CAPÍTULO 14..... 151****DETERMINAÇÃO DE COBRE EM AMOSTRAS DE CACHAÇA ARTESANAL PRODUZIDAS NA REGIÃO DE ITAPIRA-SP**

Stephanie Aparecida Corassa

Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140414>**CAPÍTULO 15..... 165****ANTIOXIDANT CAPACITY AND CYTOPROTECTIVE/CYTOTOXIC EFFECT OF BOVINE PLASMA HYDROLYSATES ON INTESTINAL-LIKE CACO-2 CELLS**

José Edgar Zapata Montoya

Leidy Johanna Gómez Sampedro

Antonio Cillas

Amparo Alegria Torán
 Natalia Andrea Gómez Grimaldos
 Gabriel López Garcia

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140415>

CAPÍTULO 16..... 187

EL BENZO(A)PIRENO UN GENOTÓXICO DE IMPORTANCIA EN LA SALUD AMBIENTAL Y HUMANA

Julio César Castañeda-Ortega
 Benito Hernández-Castellanos
 Lourdes Cocotle-Romero

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140416>

CAPÍTULO 17..... 197

UTILIZAÇÃO DA ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*) EM DADINHOS DE MANDIOCA: UMA AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Camila Duenias Gonçalves
 Eduarda Lima Veríssimo
 Fernando Fernandes Martins
 Gustavo Aparecido Martins
 Leonardo Bonventre Neto
 Eveling Oliveira Bezerra
 Danyelly Silva Amorim
 Isabelly Silva Amorim
 Cinthia Baú Betim Cazarin
 Lilian Regina Barros Mariutti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140417>

CAPÍTULO 18.....207

GAMA-ORIZANOL PREVINE ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E FUNCIONAIS NOS RINS E CORAÇÃO DECORRENTES DO CONSUMO DE DIETA RICA EM AÇÚCAR E GORDURA

Bianca Pereira Lopes
 Juliana Silva Siqueira
 Taynara Aparecida Vieira
 Erika Tiemi Nakandakare-Maia
 Nubia Alves Grandini
 Thiago Luiz Novaga Palacio
 Fabiane Valentini Francisqueti-Ferron
 Guilherme Ribeiro Romualdo
 Jéssica Leite Garcia
 Camila Renata Corrêa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.31423140418>

SOBRE O ORGANIZADOR.....220

ÍNDICE REMISSIVO..... 221

MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UNIDADES PRODUTORAS DE REFEIÇÕES NO BRASIL: UMA REVISÃO

Data de submissão: 07/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Raissa Loise Maciel de Souza

<https://orcid.org/0000-0001-6419-9627>

Ana Beatriz Peixoto Nunes

<https://orcid.org/0000-0001-9072-814X>

Adailza Francisca da Silva Pinto

<https://orcid.org/0000-0002-7491-4724>

Heleni Aires Clemente

<https://orcid.org/0000-0002-2180-6754>

RESUMO: **Objetivo** Realizar um levantamento de dados referente a geração de resíduos sólidos em Unidade Produtora de Refeição (UPR) e as principais estratégias de manejo após a implantação da lei 12.305/2010 no Brasil. Assim, é interessante observar o quanto de resíduos são descartados trazendo sérios problemas ao meio ambiente e que por muitas vezes também são descartados de forma errada. **Metodologia** Foram adotados métodos de pesquisas para que os resultados fossem encontrados com confiabilidade. Desse modo, consiste em uma revisão de literatura do tipo integrativa, com pesquisa realizada nas bases de dados: Scielo, Lilacs e Periódicos Capes, no período de março e

fevereiro de 2023. O trabalho contribui para a discussão acadêmica referente a geração de resíduos sólidos, e das principais estratégias de manejo de resíduos sólidos adotadas pelas UPR após a implantação da lei 12.305/2010 no Brasil. Assim, uma das maiores preocupações é poder repassar as informações corretas sobre os descartes de resíduos sólidos pensando na sustentabilidade. **Resultados** Das 140 publicações encontradas, 8 atenderam as especificações metodológicas. Sendo observados os RSO como a principal fração gerada pelas UPR, correspondendo a 72%. A UPR que gerou mais resíduos foram as do tipo institucionais com 97%. Por fim, foi observada a coleta seletiva e a compostagem como as principais estratégias de gerenciamento adotadas pelas UPR.

PALAVRAS-CHAVE: Gerenciamento de Resíduos. Produção de Refeições. Serviços de Alimentação. Sustentabilidade.

ABSTRACT: Goals Carry out a survey of data regarding the generation of solid waste in a Meal Production Unit (UPR) and the main management strategies after the implementation of Law 12.305/2010 in Brazil. Thus, it is interesting to observe how

much waste is discarded, causing serious problems to the environment and which is often also discarded incorrectly. **Methodology** Research methods were adopted so that the results could be found reliably. Thus, it consists of an integrative literature review, with research carried out in the databases: Scielo, Lilacs and Periódicos Capes, in the period of March and February 2023. **Relevance** The work contributes to the academic discussion regarding solid waste generation, and the main solid waste management strategies adopted by the UPR after the implementation of law 12.305/2010 in Brazil. Thus, one of the biggest concerns is to be able to pass on the correct information about solid waste disposal with sustainability in mind. **Results** Of the 140 publications found, 8 met the methodological specifications. Observing the RSO as the main fraction generated by the UPR, corresponding to 72%. The UPR that generated more waste were those of the institutional type with 97%. Finally, selective collection and composting were observed as the main management strategies adopted by the UPR. **KEYWORDS:** Waste Management. Meal production. Solid Waste. Food Services. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

Conforme o relatório What a Waste 2.0 do Banco Mundial, cerca de 2,01 bilhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são geradas anualmente pelo mundo, e estima-se que em 2050 aumente em quase 70% (Kaza, Yao, Bhada-Tata & Woerden, 2018). No Brasil, de acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe, 2020) cerca de 79,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos foram gerados em 2020 e em média 170 kg de matéria orgânica é descartada por pessoa a cada ano. Ainda, nessas estatísticas, os resíduos orgânicos que contemplam sobras e perdas de alimentos, resíduos verdes e madeiras mostraram-se com uma porcentagem de 45,3%.

Tais estatísticas demonstram que após 10 anos da sanção no Brasil da Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aos quais instituiu um conjunto de princípios, instrumentos, diretrizes, metas e ações visando à gestão e o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, não resultou em mudança efetiva no cenário nacional. A lei tornou obrigatória a substituição dos lixões por soluções de destinação final como os aterros sanitários, além de estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo, e o incentivo à indústria da reciclagem (Brasil, 2010).

De acordo ainda com a Lei nº 12.305/2010, entende-se como resíduos sólidos:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, 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, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (Brasil, 2010).

Segundo o Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2012), o serviço público e privado

de coleta de RSU no Brasil, tem como principal fração de resíduos sólidos a matéria orgânica (51,4%), vindo seguida da fração seca (aço, alumínio, papel, papelão, tetrapak®, plástico, vidro), que somam 31,9%. Apesar da matéria orgânica ter maior participação, observa-se um descarte inadequado, misturado com as outras frações, o que dificulta o seu aproveitamento, colaborando para a emissão de gases de efeito estufa (Brasil, 2020).

De acordo com Spinelli (2013), dentre os estabelecimentos líderes pela geração de grande quantidade de resíduos sólidos, destacam-se as Unidades Produtoras de Refeições (UPR), sendo responsáveis pela utilização de grande quantidade de água e energia. Com o passar dos anos o número de UPR vem aumentando, e pode estar relacionado com a entrada da mulher no mercado de trabalho, fatores socioeconômicos e demográficos, e aumento da renda familiar (Bezerra, Souza, Pereira & Sichieri, 2013).

Desta forma, com a elevada demanda da alimentação fora de casa o número de refeições tende a aumentar, gerando maior produção de resíduos sólidos, podendo ser um dos responsáveis pelo aumento do impacto ambiental (Martinelli, 2011). De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas - ABERC, estima-se que em 2020 tenham sido servidas 4,9 milhões de refeições coletivas a mais por dia quando comparado ao ano de 2012 (Aberc, n.d.).

Ainda segundo dados da ABERC, estima-se que no ano de 2020 as empresas de refeições coletivas tenham faturado quase 56 bilhões de reais, sendo 16,4 bilhões a mais quando comparado com o ano de 2012. O setor de refeição coletiva também é responsável pela geração de emprego de pelo menos 250 mil colaboradores. Com isso, as UPR têm sua importância econômica mas também ambiental, que necessita de uma adequada gestão de resíduos sólidos que contribuam positivamente para a sustentabilidade do país (Abreu, Spinelli & Pinto, 2013).

De acordo com a American Dietetic Association (ADA) as UPR devem se responsabilizar sob a produção de resíduos, bem como, pelo uso de recursos naturais, controlando esses aspectos em todo o processo de produção (Harmon & Gerald, 2007). Além de, garantir as condições higiênico-sanitárias de alimentos preparados para o consumo humano, como recomendada pela Resolução RDC nº 216/2004, porém, não são contemplados os aspectos da redução desses resíduos (Brasil, 2004). No entanto, é possível observar estes aspectos, no artigo 7º da PNRS, onde contemplam a “não geração, redução, reutilização, reciclagem [...], bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (Brasil, 2010).

Assim, dos maiores desafios, destaca-se o destino correto dos resíduos sólidos, pois exige planejamento produtivo e eficaz pelas partes envolvidas. Com isso, realizado de forma incorreta, acarreta inúmeros prejuízos ambientais, sociais e de saúde pública (Ramos, Silva & Moncao, 2011). De acordo com Veiros e Proença (2010), a sustentabilidade na produção de refeições envolve um conjunto de questões a serem consideradas durante todo o processo produtivo, desde o planejamento do cardápio, escolha dos gêneros

alimentícios até a reciclagem e correto gerenciamento dos resíduos sólidos da unidade.

Então, com a crescente expansão do setor de produção de refeições, é imprescindível investigar as ações adotadas que contribuem para uma gestão sustentável das UPR, fazendo necessário um olhar mais abrangente sobre o assunto, e sobre as pesquisas que estão sendo desenvolvidas após a implantação da PNRS, instituída pela Lei nº 12.305 de 2010. Logo, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão integrativa sobre a geração de resíduos sólidos em UPR e as principais estratégias de manejo realizadas pelos estabelecimentos comerciais e institucionais no Brasil.

2 | METODOLOGIA

Este estudo consiste de uma revisão de literatura do tipo integrativa, realizada por meio da aplicabilidade de seis fases e seus critérios, exposto por Souza, et al (2010).

Para a elaboração da questão de pesquisa da revisão integrativa, utilizou-se a estratégia PICO (população, interesse e contexto) para pesquisa não-clínica. Assim, a questão de pesquisa delimitada foi: “Quais as principais estratégias de manejo dos resíduos sólidos nas Unidades Produtoras de Refeições?” Nela, o primeiro elemento da estratégia (P) consiste nas estratégias de manejo; (I) resíduos sólidos; e o terceiro elemento (Co) sendo as Unidades Produtoras de Refeições.

A busca dos estudos ocorreu entre março de 2022 à fevereiro de 2023, nas bases de dados: Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) via Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Adotou-se uma estratégia de busca que pode ser observado na Tabela 1. Sendo realizado a busca com descritores em português e inglês, e foi adicionado o descritor “restaurants”, utilizando os operadores booleanos AND e OR para uso nas bases.

Objetivo/problema	Estratégias de manejo dos resíduos sólidos nas Unidades produtoras de refeições	
Extração	Manejo de resíduos	Serviço de Alimentação
Conversão	Waste Management	Food Services
Combinação	Waste Management; management, waste; treatment, waste;	Food Service; restaurants *
Construção	"management waste" OR "treatment waste"	"Food Service" OR restaurants
Uso	("management waste" OR "treatment waste") AND ("Food Service" OR restaurants)	

Tabela 1 – Método de busca do estudo, no ano de 2022-2023.

Fonte: Autoria própria, Legenda: *descritor extra

Como critérios de busca foram determinados trabalhos disponíveis na íntegra, escritos em português, espanhol e Inglês, com recorte temporal entre o período de 2011 e fevereiro de 2023, sendo tal critério justificado por ter sido sancionada em agosto de 2010

a Lei 12.305 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

A seleção deu-se pelos títulos, os quais deveriam constar como primeiro critério o termo completo e/ou referências: serviço de alimentação; resíduos sólidos; gerenciamento ou manejo de resíduos sólidos; produção de refeições; restaurante; Unidade de Alimentação e Nutrição; Unidade Produtora de Refeição. Em seguida a leitura dos resumos e das palavras chaves disponíveis.

Após a leitura dos resumos foram considerados elegíveis os estudos com os seguintes critérios: realizados em UPR localizadas no Brasil, que quantificaram e/ou apresentaram os RSU estudados e que apresentaram estratégias de gerenciamento dos RSU. Foram excluídos artigos não disponíveis na íntegra e artigos em duplicidade nas bases de dados. A seguir, está disposto o fluxograma expandido que apresenta todos os ciclos da pesquisa realizada nas bases de dados.

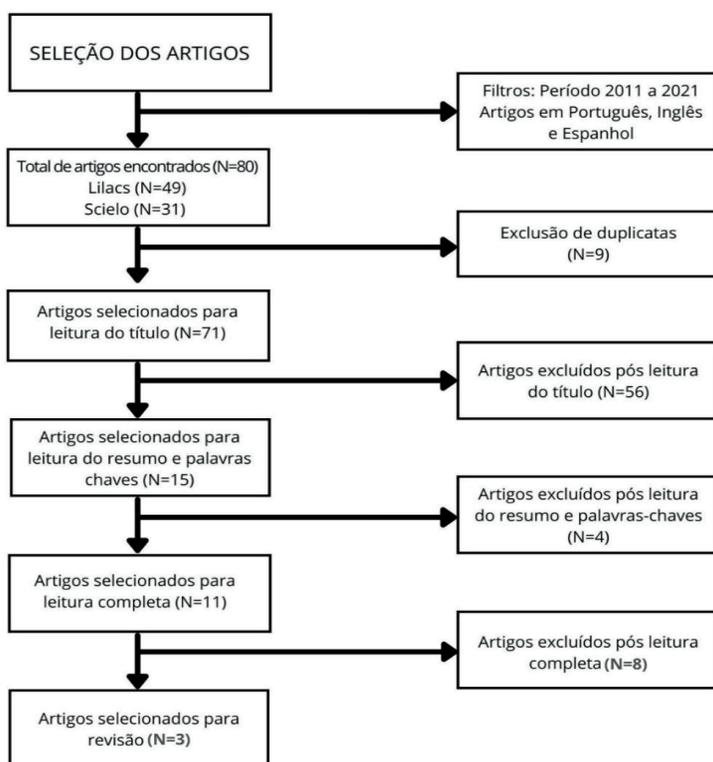


Figura 1 - Fluxograma da coleta e seleção de artigos em base de dados, 2022-2023.

Fonte: Autoria própria.

O procedimento foi feito por dois pesquisadores de forma independente, e, para avaliação da concordância entre os dois pesquisadores, foi utilizado o índice kappa (κ),

onde em todas as etapas obteve-se uma concordância quase perfeita ($\kappa=1,0$).

Foram encontrados 49 artigos no LILACS e 31 artigos no SCIELO, totalizando 80 artigos. Porém, após o processo e etapas de inclusão e exclusão foram selecionados apenas 3 artigos para esta revisão, sendo necessário realizar uma nova busca em um novo banco de dados, sendo escolhido o Periódico Capes e utilizando os mesmos descritores.

Após essa nova busca, foram encontrados um total de 60 artigos no Periódicos Capes, sendo excluídas as duplicatas totalizando 55 publicações. Foram utilizados os mesmos critérios para seleção dos artigos: leitura do título, posteriormente do resumo e palavras-chave. Após a leitura completa foram selecionados 5 artigos para serem utilizados na revisão. Abaixo está disposto o fluxograma resumido da segunda busca adotado.

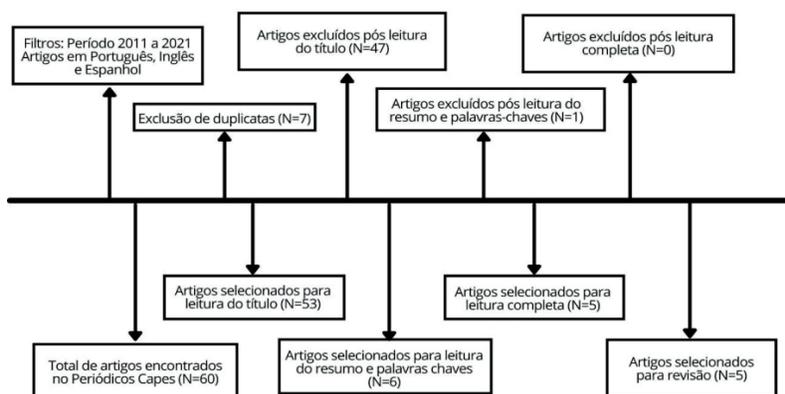


Figura 2 - Fluxograma da segunda coleta e seleção de artigos/2022-2023.

Fonte: Autoria própria.

O banco de dados foi feito no *Microsoft Office Excel*[®] versão 2016, em um protocolo elaborado pelos pesquisadores, no qual foram incluídos os seguintes dados: autor, ano de publicação, título, objetivos, método, tipo da UPR, tipo e quantidade de RSU, e estratégia de manejo. Foram realizados cálculos percentuais e média de valores.

3 | RESULTADO E DISCUSSÃO

Nas buscas, foram encontradas 140 publicações, sendo 132 excluídas após seleção, resultando em 8 artigos que atenderam as especificações metodológicas. Dos artigos selecionados, realizou-se a identificação do tipo de UPR estudada, onde 75% (N=6) dos estudos foram em restaurantes institucionais, universidades, indústrias e hospitais e 25% (N=2) dos estudos realizados com UPR do tipo comercial, restaurantes de hotéis e shoppings, totalizando 22 unidades, sendo 15 comerciais, onde 14 foram analisadas em um único artigo, e 8 institucionais, sendo duas em uma única publicação.

Na tabela 2, apresenta-se a síntese das características dos artigos selecionados, observando assim uma maior quantidade de estudos voltados para as UPR do tipo institucional. Tal fato pode estar relacionado por estagiários e pesquisadores estarem inseridos na sua grande maioria nessas unidades, especialmente em Restaurantes Universitário, os quais foram estudados em 4 dos 6 artigos.

Autores/ano	Título	Objetivo	Tipo de UPR/Nº de UPR	Tipo de RSU quantificados	Estratégias de manejo
Alves & Ueno/ 2015	Identificação de fontes de geração de resíduos em uma unidade de alimentação e nutrição	Identificar e quantificar os RSU gerados na produção e distribuição de refeições, e propor ações para a redução e a destinação dos RSU	Institucional / 1 UPR	Resíduos sólidos orgânicos; Resíduos Sólidos Não Recicláveis e Resíduos	Compostagem, coleta seletiva, e destinação para aterros sanitários
Borges, Sousa, Pinho & Pinho / 2019	Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário	Estudo de caso de uma ação para redução de desperdício de alimentos de uma UAN	Institucional / 1 UPR	Resíduos orgânicos (provenientes de alimentos)	Não apresentou o manejo dos resíduos sólidos
Cameiro / 2014	Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos e sua aplicabilidade em produção de refeições: um diálogo interdisciplinar	Propor a construção de um amplo integrado de gerenciamento de resíduos sólidos e o diálogo interdisciplinar em produção de refeições	Institucional / 1 UPR	Resíduo úmido (orgânico) e Resíduo sólido (inorgânico)	Não apresentou o manejo dos resíduos sólidos, propõe um plano de gerenciamento
Chamberlem, Kinasz & Campos / 2012	Resto de ingestão e de sobre descartada - fonte de geração de resíduos orgânicos em unidades de alimentação e nutrição em Cuiabá - MT	Analisar a geração de RSO advindos do resto de ingestão e sobre descartada e observar fatores que influenciam na geração de restos de ingestão	Institucional / 2 UPR	Resíduos sólidos Orgânicos	Não apresentou o manejo dos resíduos sólidos, mas propõe a compostagem
Juffo, Moraes, Allegretti, Pelegrine,	Avaliação quantitativa e do grau de segregação dos resíduos sólidos orgânicos gerados em serviços de alimentação de um shopping center em Porto Alegre - RS	Avaliar o volume de RSO gerados e a qualidade do processo de segregação desses resíduos para reaproveitamento na alimentação animal	Comercial / 14 UPR	Resíduos Sólidos Orgânicos	Reaproveitamento dos RSO destinado a alimentação de saínos
Melo & Strasburg / 2020	Geração de resíduos na aquisição de vegetais in natura e minimamente processados por serviço de nutrição e dietética de um hospital público	Avaliar e comparar a geração de RSU	Institucional / 1 UPR	Resíduos Sólidos Orgânicos	Não apresentou o manejo dos resíduos sólidos
Pistorello, Conto & Zaro / 2015	Geração de resíduos sólidos em um restaurante de um Hotel da Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil	Avaliar a geração de RSU	Comercial / 1 UPR	Orgânicos e os potencialmente recicláveis (seletivo)	Não apresentou o manejo dos resíduos sólidos, propõe um plano de gerenciamento e destinação dos RSO para compostagem e alimentação animal
Vilela & Piesanti / 2015	Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos da UFGD por meio da compostagem	Testar o uso da técnica de compostagem em leira estática com aeração natural como ferramenta para o gerenciamento dos RSO	Institucional / 1 UPR	Resíduos Sólidos Orgânicos, serragem gerada nos biotérios e dos dejetos sólidos dos coelhos	Compostagem em leiras estáticas com aeração natural

Tabela 2 - Características dos estudos inclusos para a revisão integrativa.

Fonte: Autoria própria.

Os artigos selecionados em sua maioria desenvolveram seus estudos em UPR localizadas na região sul do país (N=3), sendo todos estes no estado do Rio Grande do Sul (RS), enquanto a região norte do país não teve nenhum estudo publicado. Vale ressaltar que todos os 3 estudos foram publicados após a implementação da Lei nº 14.528, de 16 de abril de 2014, a qual Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências no RS, no entanto nenhum dos estudos citam a mesma como referência.

Os objetivos dos estudos variaram desde a identificação e quantificação dos resíduos sólidos, até propostas e ações para a redução dos desperdícios, e planos e estratégias de gerenciamento. Dos 8 artigos selecionados, 100% realizaram quantificação de geração referente aos Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO), enquanto que apenas 37,5% (N=3) destes realizaram estudos voltados para os Resíduos Sólidos Inorgânicos (RSI).

Os RSO foram constituídos basicamente por descarte de partes não comestíveis dos alimentos, sobras de alimentos produzidos e resto ingestão. Já os RSI dividem-se em duas categorias, os resíduos recicláveis (papel/papelão, plástico, lata, vidro), o qual também recebeu a nomenclatura de resíduo seletivo, e os-não recicláveis (papel toalha e guardanapos engordurados). Esses resíduos presentes nesses estudos classificam-se, segundo a Lei 12.305/2010, como resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; e quanto à periculosidade como resíduo não perigoso (BRASIL, 2010).

A principal destinação dos RSO atualmente no país é a disposição final, em aterros sanitários, lixões e/ou aterros controlados, sendo os dois últimos locais inadequados. É importante destacar que os aterros sanitários são a terceira maior fonte antropogênica de metano. Além do mais, nos lixões e aterros controlados, que não possuem medidas e sistemas adequados de proteção ambiental, há contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas por meio do chorume, bem como a proliferação de doenças e vetores (Brasil, 2020; Silva & Campos, 2008).

3.1 Geração de Resíduos Sólidos

No segmento de produção de refeições, observou-se que os principais achados estão relacionados com o desperdício de alimentos, sendo gerada em média de 150,9 kg/dia de RSO por estudo, correspondendo a 72% do valor total. Os RSI são responsáveis por apenas 5%, com média de 11,3kg/dia, e os 23% restantes são provenientes dos resíduos gerados por outras frações correspondendo a 48,2 kg/dia, os quais não foram exemplificados pelos estudos.

Inicialmente foi encontrado as médias diárias de geração de resíduos sólidos por artigo, realizando posteriormente a somatória dessas médias de kg/dia, obtendo valor total de 1138,2 kg/dia, e destes, 1102,3kg/dia foram geradas pelas unidades institucionais, o que equivale a 97%. Em seguida, foi calculada a média de resíduos gerados em kg/dia por tipo de UPR e foi observado que dos 1102,3kg/dia de resíduos gerados, 1022,6kg/dia equivale a fração orgânica, gerando uma média por artigos de unidades institucionais de 170,4 kg/

dia, e apenas 16,8kg/dia por artigos referentes a unidades comerciais.

De acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente (2012), a matéria orgânica é a principal fração dos RSU no Brasil apresentando uma porcentagem de 51%, sendo este valor inferior ao encontrado nos estudos. Tal resultado de RSO elevado nas UPR pode ser justificado pelo setor de alimentação coletiva ser um local potencial para o desperdício de alimentos, que podem ocorrer em todo o processo de produção de refeições até o consumo, onde preparações prontas não chegam a ser servidas e, ainda, as que sobram nos pratos dos clientes, tem como destino final o lixo (Silvério & Oltramari, 2014).

Dos oito estudos inseridos nesta revisão, quatro analisaram o resto ingestão, podendo observar seu valor *per capita* (Tabela 3), apresentando valores bem próximos entre si, com intervalo de 0,015 kg a 0,045 kg por pessoa (Vaz, 2006). Apesar de todos esses artigos estudarem unidades institucionais, em um estudo realizado por González, Bezerra e Matos (2017) em uma unidade comercial do tipo *buffet* livre, obteve um alto índice de desperdício de alimentos, e destacou que é de suma importância que esse tipo de UPR também realize controles e ajustes da gestão de produção, diminuindo-se os custos e o desperdício.

Artigos	Per capita (kg)
Alves & Ueno/ 2015	0,45
Borges, Sousa, Pinho & Pinho / 2019	0,42
Cameiro / 2014	0,43
Chamberlem, Kinasz & Campos / 2012	0,40
Total	0,043

Tabela 3 – Média do *per capita* referente ao resto ingestão.

Fonte: A autoria própria a partir dos artigos estudados.

Ao analisar dois desses estudos de forma individual, que realizaram o resto ingestão, foi observado que Chamberlem, Kinasz & Campos (2012) apresentou adequação na unidade 1 e inadequação na unidade 2 (4,1% e 5,5% respectivamente), utilizando-se como parâmetro o índice inferior a 5% abordado por Vaz (2006). No entanto, Alves e Ueno (2015) gerou uma porcentagem de resto ingesta bem superior (27,8%), e utilizou duas bases de referência como parâmetro, sendo uma delas o Conselho Federal de Nutricionista (2006), onde expressa percentual aceitável superior ao índice abordado por Vaz (2006), sendo aceitáveis taxas inferiores a 10%.

Apesar de ambos apresentarem porcentagens e adequações diferentes, ambos estão dentro do intervalo de 0,015kg até 0,045kg por pessoa estabelecido por Vaz (2006). Sendo que para Abreu, Spinelli e Pinto (2013) o resto ingestão deve ser comparado preferencialmente com valores da própria unidade, e não com percentuais estipulado

teoricamente, objetivando identificar inadequações a serem corrigidas, e não somente o ponto de vista econômico.

Em um relatório feito pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), referente à pegada do desperdício de alimentos, cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são desperdiçados por ano no mundo. Tal achado abrange toda a cadeia alimentar campo, indústria, logística, varejo e consumidor, e os efeitos desse desperdício, causa prejuízos à sociedade, perdas econômicas, redução da oferta e, conseqüentemente, aumento dos preços do produto (FAO, 2013).

No estudo realizado por Carneiro (2014), envolvendo um restaurante institucional que oferta 2000 refeições/dia aproximadamente, sendo dispostas em desjejuns, almoços e jantares, quantificou um total de 9.974,90 kg de RSO durante 21 dias. E para analisar o valor dos custos de produção em gêneros alimentícios multiplicou-se o valor encontrado de número de refeições desperdiçadas pelo preço de venda por refeição em reais nos 21 dias de análise. Encontrando custos diretos de produção desperdiçado em gêneros alimentícios um total de R\$ 18.381,86.

No Brasil, segundo dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) de 2017–2018, houve aumento de 8,7 pontos percentuais referentes às despesas com alimentação no Brasil desde a POF de 2002–2003 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [Ibge], 2019). Uma reflexão realizada por Rodrigues (2018) mostrou que uma família brasileira com cinco pessoas perde quase R\$500,00 com alimentos que viram lixo. Ou seja, considerando que em média, essa família gasta R\$1.532,50 mensalmente com alimentação, e que a média mundial de desperdício é 30%, evidenciou que, deste valor, R\$459,75 são gastos com alimentos que viraram lixo (Rodrigues, 2018).

3.2 Geração de Resíduos Sólidos Inorgânicos

Como já citado, apenas três artigos quantificaram os RSI. O valor apresenta uma média de 11,3 kg/dia, correspondendo a 5% da média total. Apesar da geração de RSI ser relativamente baixa, não é insignificante, pois considerando essa média, em um mês seriam gerados 339 kg por unidade. Desses artigos selecionados, somente um apresentou o descarte e a correta destinação, que após separação dos resíduos, estes são recolhidos por uma empresa que os destina à reciclagem.

APNRS estabelece a seguinte definição para reciclagem: “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos...” (Brasil, 2010). De acordo com o Anuário da Reciclagem 2020, o material com maior volume coletado entre 2017- 2018 foi o papel, totalizando aproximadamente 96 mil toneladas, correspondendo à média 64% do total coletado.

Sendo listados como principais materiais gerados nas UPR, os papéis, papelões e plásticos, vidros, latas e embalagens cartonadas (Wang, 2012; Green Restaurants

Association University, 2015). Ainda, em seus estudos Pistorello, Conto e Zaro (2015) avaliou a geração de resíduos sólidos durante alta e baixa estação em uma UPR comercial, localizada em um hotel, e quantificou durante 63 dias uma geração de RSI de 150,3kg total, e uma média de 2,4kg/dia.

Carneiro (2014), por sua vez, observou uma média diária de Papel/papelão inferior (1,2kg/dia), e de vidros 0,7Kg/dia. No entanto, o valor médio de latas apresentou valor bem superior (15,1kg/dia). Segundo a Associação Brasileira do Alumínio (2018) as latas possuem o maior índice de aproveitamento em relação aos demais tipos de materiais, com índice de reciclagem de 97,30%.

Sabendo que as UPR se trata de um grande produtor de refeições, o número considerável de latas pode está relacionado pela grande demanda de produtos alimentícios provenientes de produtos industrializados e de limpeza para higienização. Essas matérias são de difícil decomposição pela natureza, sendo que alguns podem ser reciclados pelo homem e outros não, de acordo com a função e da destinação a que são submetidos (Junior, 2012).

Para tanto, é fundamental instituir políticas e adotar estratégias nos locais geradores desses resíduos, como no caso da coleta seletiva. Visto que para a Lei 12.305, os aterros sanitários poderão receber somente rejeitos, ou seja, só depois de esgotar todas as possibilidades de tratamento e recuperação, tendo apenas como possibilidade a disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

3.3 Estratégias de manejo dos resíduos sólidos

A Lei que institui a PNRS dispõe de objetivos, princípios e diretrizes referente à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil, sendo de responsabilidade dos gestores e do poder público. Assim, devem cumprir esta Lei, “pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos” (Brasil, 2010).

Como já citado, foi realizada com critério de inclusão, busca por publicações realizadas após a implementação da PNRS, a fim de observar a presença da mesma nas pesquisas realizadas, e se esta foi utilizada como base para adoção de estratégias de manejo de resíduos sólidos nas UPR. Sendo assim, observou que das oito publicações selecionadas, apenas cinco citaram a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.

Carneiro (2014) foi um dos autores que citaram, e apesar de não apresentar o manejo realizado pela unidade, o mesmo destacou sobre a importância de realização de ações que permitam a aplicação do gerenciamento integrado de resíduos sólidos. Ainda, como objetivo da sua pesquisa, propôs a construção do entendimento de conceitos e etapas que facilitarão a implantação de um plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos Sólidos nas UPR.

Cinco dos artigos aqui selecionados não apresentaram estratégias referente ao gerenciamento de resíduos sólidos na UPR estudada, realizando apenas identificação e quantificação das frações. No entanto, de acordo com Albertoni (2013) o manejo adequado dos resíduos sólidos, desde a sua geração até a destinação ou disposição final é primordial para evitar a degradação ambiental.

De acordo com a Abrelpe (2020), dos resíduos coletados em 2019, 59,5% receberam destinação adequada nos aterros sanitários, apresentando uma melhora de 2,4% em relação a 2017. Sendo o restante (40,5%) despejado em locais inadequados, ou seja, 29,5 milhões de toneladas de RSU acabaram indo para lixões ou aterros controlados, descartando medidas necessárias para proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente contra danos e degradações.

Entre os três trabalhos que apresentam as estratégias de gerenciamento realizado, destaca-se o estudo de Alves e Ueno (2015), que informou que a UPR destina os RSO para compostagem, os RSI são encaminhados para a reciclagem e apenas 3% dos resíduos não recicláveis são recolhidos e destinados ao aterro sanitário. O mesmo também afirma que a coleta seletiva é uma técnica ecologicamente correta e mais adequada para os resíduos recicláveis.

A coleta seletiva integra o sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos e traz melhorias significativas para a sustentabilidade ambiental, econômica e social. Tal serviço deve ser implantado pelos municípios os quais são responsáveis pelo serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, estabelecendo no mínimo, a separação de resíduos secos e úmidos (Brasil, 2017).

No entanto, segundo dados da Secretaria Nacional de Saneamento (2017), dos 3.556 municípios brasileiros pesquisados, apenas 22% possuíam coleta seletiva pública, sendo maior número no Sudeste com 560 municípios, e menor no Norte com apenas 24. Aproximadamente 15% dos municípios pesquisados possuem pelo menos uma Cooperativa ou Associação de Catadores de Materiais Recicláveis com incentivo público. Considerando a abrangência da ação de Cooperativas ou de coleta seletiva, 25% dos municípios possuem ao menos uma das formas de coleta.

Já Juffo, Moraes, Allegretti, Pelegrine, Moraes e Schmidt (2016), tiveram como objetivo deste estudo avaliar o volume de RSO gerados em 14 unidades de serviços de alimentação e a qualidade do processo de segregação desses resíduos para reaproveitamento na alimentação animal.

Por sua vez, Vilela e Piesanti (2015) trazem a compostagem como estratégia de manejo. Os autores trazem como objetivo de estudo atestar o uso da técnica de compostagem em leira estática com aeração natural como ferramenta para o gerenciamento dos RSO gerados em uma universidade, utilizando além de outras frações, as sobras de alimentos do restaurante universitário, e conclui ser uma ótima alternativa para a destinação e tratamento correto desses materiais.

De acordo com a norma NBR 13591 de 1996 a compostagem trata-se de um “Processo de decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições controladas de aerobiose e demais parâmetros, desenvolvido em duas etapas distintas: uma de degradação ativa e outra de maturação” (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1996).

O Ministério do Meio Ambiente (Brasil, 2020) afirma que os processos de compostagem são os que apresentam maior viabilidade técnica e econômica, tendo como grupo alvo os RSO, isto é, dos grandes geradores. No entanto, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - Resíduos Sólidos, em 2018 a fração orgânica que correspondeu a cerca de 37 milhões de toneladas, apenas 127.498 toneladas foram valorizadas em unidades de compostagem. O restante dos RSO gerados foi encaminhado para disposição em aterros sanitários ou, para aterros controlados e lixões, sendo esses dois últimos considerados inadequados (Secretaria Nacional de Saneamento, 2019).

4 | CONCLUSÃO

Em função do expressivo volume de resíduos orgânicos produzidos pelas UPR, pode-se afirmar que existe uma cultura de desperdício de alimentos, que são geradas por diferentes setores, da produção ao consumo. Desta forma é necessário ter maior controle com a geração desses resíduos, buscar medidas para minimizar os impactos econômicos e ambientais, como a capacitação dos manipuladores, criação e uso de ficha técnica, controle de fator de correção e de per capita, entre outras medidas.

Mesmo observando uma baixa porcentagem de RSI, é preciso que sejam realizados novos estudos para uma melhor investigação de identificação e quantificação mais concretas, bem como estudos mais frequentes em unidades comerciais. Sendo importante que ocorra um melhor acompanhamento por parte das associações e do poder público, visto ser um setor responsável pela geração de grande quantidade de resíduos sólidos e que carece de uma política mais voltada para si.

Diante disso, é necessário também que os gestores das UPR adotem estratégias de gerenciamento como preconiza a Lei nº 12.305/2010, para que as práticas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos, bem como disposição final sejam adequadas. E quanto ao poder público, é importante a adoção de medidas mais firmes para que os estabelecimentos atentem pela importância de um correto manejo dos seus resíduos.

O nutricionista, por sua vez, como responsável técnico deve ter consciência da sua responsabilidade social com relação ao meio ambiente e, devendo definir estratégias aqui já citadas. E para que todo esse conhecimento acerca de ações sustentáveis seja moldado por este profissional, é importante que esta temática seja estudada e discutida durante a graduação e que mais projetos voltados para o meio ambiente tenham mais espaço no meio acadêmico e social.

REFERÊNCIAS

Abreu ES, Spinelli AMS, & Pinto AMS. (2013). *Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: Um Modo de Fazer*, 4.

Alves MG & Ueno M. *Identificação de fontes de geração de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição*. Rev. Ambient. Água. 2015;10(4):874-888. doi:10.4136/ambi-agua.1640.

Associação Brasileira das Empresas de Refeições Coletivas. (n.d.). *Mercado real*. <https://www.aberc.com.br/mercadoreal.asp?IDMenu=21>.

Associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais. (2020). *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020*. <https://abrelpe.org.br/panorama/>.

Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1996). *Compostagem: NBR 13591*.

Associação Brasileira do Alumínio. (2018). *Anuário do Setor*. <http://abal.org.br/publicacao/anuario-estatistico-abal-2018/>

Bezerra IN, Souza AM, Pereira RA, & Sichieri R. *Consumo de alimentos fora do domicílio no Brasil*. 2013; 47:200-211.

Borges MP, Souza LHR, Pinho S, & Pinho L. Impacto de uma campanha para redução de desperdício de alimentos em um restaurante universitário. Eng Sanit Ambient. 2019; 24(4): 843-848. DOI: 10.1590/S1413-41522019187411.

Brasil. (2010). Presidência da República. Casa Civil. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010: *Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos*.

Brasil. (2010). Resolução RDC 216, de 15 de setembro de 2004. *Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação*.

Brasil. (2012). Ministério Do Meio Ambiente. In: Brasil. Ministério do Meio Ambiente. (2020). *Plano nacional de resíduos sólidos*.

Brasil. (2017). Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores: indicadores e índices de sustentabilidade. Fundação Nacional de Saúde.

Brasil. (2020). Ministério do Meio Ambiente. *Plano nacional de resíduos sólidos*. <http://consultaspublicas.mma.gov.br/planares/wp-content/uploads/2020/07/Plano-Nacional-de-Res-C3%ADduos-S-C3%B3lidos-Consulta-P-C3%BAblica.pdf>.

Carneiro CL. *Gerenciamento integrado de resíduos sólidos e sua aplicabilidade em produção de refeições: um diálogo interdisciplinar*. Holos, 2014; 30 (1): 68-74.

Chamberlem SR, Kinasz TR & Campos MPFF. *Resto de ingestão e sobra descartada - fonte de geração de resíduos orgânicos em unidades de alimentação e nutrição em Cuiabá – MT*. Alim. Nutr, 2012;23(2): 317-325.

Estado do Rio Grande do Sul. (2014). LEI Nº 14.528, DE 16 DE ABRIL DE 2014. *Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências*. <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/LEI%2014.528.pdf>

Feil AA, Spilki FR, Schreiber D. Análise global das características de frações de resíduos urbanos residenciais. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, 2015; 38:63-77.

Food and Agriculture Organization. (2013). Food wastage footprint – Impacts on natural resources.

Harmon AH, Gerald BL. *Position of the American Dietetic Association: Food and Nutrition Professionals Can Implement Practices to Conserve Natural Resources and Support Ecological Sustainability*, 2007;107(60):1033-1043.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019). *Pesquisa de orçamentos familiares, 2017-2018*.

Juffo EELD, Moraes IMA, Allegretti G, Pelegrine DCP, Moraes JFD, & Schmidt V. *Avaliação quantitativa e do grau de segregação dos resíduos sólidos orgânicos gerados em serviços de alimentação de um shopping center em Porto Alegre – RS*. *Higiene Alimentar*, 2016; 30(258/259):53-58.

Junior ANAL. *Resíduos sólidos em restaurante comercial: um estudo de caso na cidade de Santos/sp*. *Revista de Tecnologia Aplicada*, 2012;6 (2):44-61.

Kaz S, Yao L, Bhada-Tata, P, & Woerden, FV (2018). *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>.

Martinelli SS. (2011). *Desenvolvimento de método de qualidade nutricional, sensorial, regulamentar e sustentabilidade no abastecimento de carnes em unidades produtoras de refeições: o exemplo da carne bovina*. Dissertação, Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina.

Melo VTP, & Strasburg, VJ. (2020). Waste generation in the acquisition of vegetables in nature and minimally processed by nutrition and dietary service of a public hospital. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019069. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.06919>.

Pistorello J, Conto SM, & Zaro M. Geração de resíduos sólidos em um restaurante de um Hotel da Serra Gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. *Eng Sanit Ambient*, 2015; 20(3): 337-346. DOI: 10.1590/S1413-41522015020000133231

Ramos MA, Silva WAC, Moncao ML. (2011). *Gestão ambiental pública: a implementação do sistema de coleta seletiva em um município da região metropolitana de Belo Horizonte*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31.

Rodrigues P. Projeto incentiva consumo consciente de hortaliças para evitar o desperdício nas residências. *Hortaliças em Revista: Embrapa Hortaliças*, 2018; 6(23):6-15.

Rolim PM, Seabra, LMJ, Nobrega SLC, Dantas LVM, e Pereira GTC. (2011). *Produção de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição hospitalar*.

Secretaria Nacional de Saneamento. (2017). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos*.

Secretaria Nacional de Saneamento. (2018). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos*.

Silvério GA, & Oltramari, K. *Desperdício de alimentos em Unidades de Alimentação e Nutrição brasileiras*. *Ambiência Guarapuava*, 2014; 10(1): 125-133.

Silva TN., & Campos LMS. Avaliação da produção e qualidade do gás de aterro para energia no aterro sanitário dos Bandeirantes – SP. *Eng. sanit. ambient.*, 2008; 13(1): 88-96. <https://www.scielo.br/pdf/esa/v13n1/a12v13n1.pdf>.

Souza MT, Silva MD, Carvalho R. (2010). *Revisão integrativa: o que é e como fazer?*, 8(1), 102-6. https://www.scielo.br/pdf/eins/v8n1/pt_1679-4508-eins-8-1-0102.pdf.

Spinelli MGN. Gestão ambiental. In: Abreu, E. S.; Spinelli, M. G. N; Pinto, A. M. S. *Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: um modo de fazer*, 2013;4: 219-222.

Vaz CS. (2006). *Restaurantes: controlando custos e aumentando lucros*.

Veiros MB, Proença RPC. *Princípios de sustentabilidade na produção de Refeições*, 2010:45-48.

Vilela DM & Piesanti JL. *Gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos da ufgd por meio da compostagem*. *Rev. Ciênc. Ext.*, 2015; 11(3):28-39.

Wang R. Green Restaurants Association University. (2015) In: Strasburg, V. J., Jahno, V. D. (2017). *Paradigmas das práticas de gestão ambiental no segmento de produção de refeições no Brasil*. *Eng Sanit Ambient*, 2012;22(1):3-12. DOI: 10.1590/S1413-41522017155538.

SEMENTES COMO INGREDIENTES NA ELABORAÇÃO DE PRODUTOS ALIMENTÍCIOS: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Data de aceite: 03/04/2023

Cibele Maria de Araújo Rocha

Faculdade Pernambucana de Saúde
(FPS) – Departamento de Nutrição
Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/6261623126577099>

Camila Carvalho Lucena

Faculdade Pernambucana de Saúde
(FPS) - Graduanda em Nutrição
Recife - PE
<http://lattes.cnpq.br/2980539687100389>

Julia Hertz Bogater

Faculdade Pernambucana de Saúde
(FPS) - Graduanda em Nutrição
Recife - PE
<https://lattes.cnpq.br/7968369303832126>

Fabiana Lima de Melo

Docente da Faculdade Pernambucana de
Saúde- Recife-PE
<http://lattes.cnpq.br/2419808534330253>

RESUMO: Constantemente, partes comestíveis não convencionais de frutas e vegetais são descartadas, entre elas, as sementes. Mesmo tendo significativo percentual de nutrientes que podem auxiliar na saúde humana, no combate a doenças cardiovasculares, ou até mesmo na

prevenção do câncer. É possível incorporar as sementes em muitas produções de alimentos, conferindo diversos benefícios à composição do produto. Com isso, o objetivo desta publicação foi apresentar os trabalhos científicos que escreveram novas formulações de alimentos com a adição de sementes, buscando evitar desperdícios e agregar valor nutricional. A busca por artigos foi realizada entre os dias 14 de novembro e 18 de dezembro de 2022, fazendo uso dos seguintes descritores mencionados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “Análise Sensorial”; “Sementes”; “Sementes de frutas”; “Preparações com Sementes”; “Sustentabilidade”; “Aproveitamento integral dos alimentos”; “Tecnologia de Alimentos”. A adição e/ou substituição de um ingrediente tradicional da preparação pelo novo ingrediente usando as sementes apresentou, de forma geral, aumento na quantidade de fibras, vitaminas, antioxidantes e obteve boa aceitação quando submetido a análise sensorial, mostrando inclusive boa intenção de compra dos novos produtos. Conclui-se que a implementação de sementes nas preparações tradicionais é uma via interessante a ser explorada, pois além de conferir melhor valor nutricional, promove sustentabilidade, diminuindo

consideravelmente o índice de restos que usualmente são descartados, mesmo existindo essa possibilidade de aproveitar o alimento de maneira integral.

PALAVRAS-CHAVE: Análise Sensorial. Aproveitamento integral dos alimentos. Preparações com Sementes. Sementes. Sustentabilidade.

SEEDS AS PART OF THE FORMULATION OF FOOD PRODUCTS: A LITERATURE REVIEW

ABSTRACT: Constantly, unconventional edible parts of fruits and vegetables are discarded, among them the seeds. Even having a significant percentage of nutrients that can help in human health, in the fight against cardiovascular diseases, or even in the prevention of cancer. It is possible to incorporate the seeds in many food productions, conferring several benefits to the composition of the product. With this, the objective of this publication was to present the scientific works that wrote new food formulations with the addition of seeds, seeking to avoid waste and add nutritional value. The search for articles was carried out between November 14 and December 18, 2022, using the following descriptors mentioned in the Health Sciences Descriptors (DeCS): “Sensory Analysis”; “Seeds”; “Fruit seeds”; “Preparations with Seeds”; “Sustainability”; “Integral use of food”; “Food Technology”. The addition and/or replacement of a traditional ingredient in the preparation by the new ingredient using the seeds showed, in general, an increase in the amount of fiber, vitamins, antioxidants and was well accepted when subjected to sensory analysis, including showing good intention to purchase the products. It is concluded that the implementation of seeds in traditional preparations is an interesting way to be explored, because in addition to providing better nutritional value, it promotes sustainability, considerably reducing the rate of remains that are usually discarded, even with the possibility of taking advantage of the food in an integral way.

KEYWORDS: Sensory Analysis. Integral use of food. Seed Preparations. Seeds. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, aproximadamente um terço dos alimentos produzidos durante o ano para consumo humano são perdidos ao longo do processo de produção, até mesmo durante o preparo. Analisando os dados, é possível entender que a desproporção atual entre a população e a oferta de alimentos pode ser minimizada de diferentes formas, uma delas é por meio do estímulo ao aproveitamento integral dos alimentos, partes que constantemente são descartadas e que podem fazer parte do consumo de diferentes formas (ZARO, 2018).

O aproveitamento integral dos alimentos pode ser uma solução frente às dificuldades financeiras no Brasil e no mundo. Encontrar alimentos que possam suprir as necessidades energéticas humanas durante o cotidiano é atualmente um dos maiores problemas a serem solucionados. Então, se faz necessário utilizar tudo que o alimento tem a oferecer como fonte de nutrientes (SESC, 2003).

As partes consideradas não comestíveis de vegetais, habitualmente, não fazem

parte das dietas, constantemente por falta de informação e conhecimento acerca de seus benefícios e das formas corretas de preparo. Os elementos não convencionais que podem ser utilizados em preparações e que podem agregar valor nutricional são: folhas, cascas, talos, entre cascas e sementes (RAIMUNDO, 2016).

Em busca de aproveitar os benefícios de frutas e vegetais como um todo, suas sementes têm sido utilizadas em forma de farinhas, inteiras, moídas, como parte da elaboração de produtos de panificação, massas, doces, aprimorando o seu perfil nutricional e diversificando os produtos existentes no mercado. (SILVA, 2011).

Em sua grande maioria, as sementes são ricas em compostos fenólicos, com propriedade antioxidante, trazendo benefícios no combate a obesidade, Diabetes Mellitus tipo 2, doenças cardiovasculares, doenças neurodegenerativas e câncer. Além disso apresentam vitaminas, fibras e minerais. (ROCKENBACH, 2008).

Diante do exposto, descrever sobre a utilização de sementes, torna-se necessário para diminuir o impacto do seu descarte. Assim, este trabalho teve como objetivo descrever sobre a utilização das sementes como ingredientes na elaboração de novos produtos alimentícios.

2 | MÉTODO

Trata-se de uma revisão de literatura, utilizando-se de artigos indexados nas bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e US National Library of Medicine (PUBMED). A busca por artigos foi realizada entre os dias 14 de novembro e 18 de dezembro de 2022, fazendo uso dos seguintes descritores mencionados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “Análise Sensorial”; “Aproveitamento integral dos alimentos”; “Preparações com Sementes”; “Sementes”; “Sustentabilidade”.

Foram incluídos artigos que: (1) utilizaram sementes que usualmente são descartadas; (2) publicados nos idiomas português e/ou inglês; (3) com o objetivo de elaborar um produto sustentável e saudável.

Primeiramente, para a seleção dos artigos, foi realizada a leitura dos mesmos, especialmente em relação aos seus objetivos principais. Iniciou-se o processo de extração e tabulação dos dados para uma planilha do Microsoft Office Excel for Windows 2007, onde foram identificados e ordenados por autores e ano de publicação, título, produto elaborado, objetivos, metodologia e resultados. Neste momento, ainda poderia haver substituição ou exclusão de artigos, em caso de desenvolvimento confuso da metodologia, conclusões imprecisas e que não se adequassem ao tema proposto.

3 | RESULTADOS

Enquadraram-se nos critérios de inclusão 10 artigos que estão apresentados no

Quadro 1.

Autor, Ano	Objetivo do estudo	Metodologia	Resultados	Conclusões
UCHÔA THOMAZ, <i>et al.</i> (2014)	Este trabalho teve como objetivo propor a elaboração de produtos de panificação com substituições parciais da farinha de trigo por sementes de goiaba em pó.	Foram utilizadas três formulações com diferentes percentuais de substituição da farinha de trigo por sementes de goiaba em pó, com níveis de substituição de 5%, 10% e 0% (controle). Como resultado pode-se observar que a preparação bolo doce, formulações com 5% e 10% de substituição, apresentaram médias equivalentes aos termos hedônicos “gostei moderadamente” e “gostei muito”	A preparação de pizza sabor portuguesa, formulação com 5% de substituição obteve as maiores médias em todos os atributos pesquisadas, cujas médias equivaleram ao termo hedônico “gostei moderadamente”.	Com isso, pode-se concluir que a dição de pós obtidos de resíduos de frutos como a goiaba é uma alternativa bastante viável para evitar o desperdício e agregar benefícios nutricionais aos produtos de panificação.
ALVES, A. M. P. <i>et al.</i> (2012)	O objetivo deste trabalho foi elaborar um cookie a partir de 50% da farinha da semente da goiaba, visando aproveitar resíduos remanescentes gerados durante o processamento da goiaba agregando valor nutricional ao produto.	Os frutos foram obtidos em uma fazenda localizada no município de Limoeiro do Norte, depois foram processados e as sementes foram levadas para secagem em estufa a 70°C por 72 horas, seguindo-se a trituração. O cookie foi produzido com base em uma receita padrão, substituindo-se 50% da quantidade de farinha de trigo por farinha da semente de goiaba e demais ingredientes. Após a elaboração do produto, realizou-se o teste de aceitabilidade com 51 consumidores, utilizando-se a Escala de Atitude de sete pontos, onde 7 representava a nota máxima “comeria sempre que tivesse oportunidade” e 1 representava a nota mínima “só comeria se fosse forçado(a)”.	A média de aceitação do cookie de farinha da semente de goiaba foi de 6,03 pontos, correspondendo à faixa compreendida entre as notas “comeria sempre que tivesse oportunidade” e “comeria frequentemente”.	Concluiu-se, portanto, que o cookie de farinha da semente de goiaba obteve uma boa aceitação pelos consumidores.

<p>PEREIRA, E. D., <i>et al.</i> (2009)</p>	<p>O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e avaliação sensorial de uma cocada enriquecida com farinha de semente de abóbora (<i>Curcubita moschata</i>).</p>	<p>Durante a realização do experimento adicionou-se à cocada 5% da farinha de semente de abóbora. O teste sensorial foi aplicado a 53 provadores não treinados que avaliaram cor, textura, aroma, sabor e impressão global. Questionou-se aos provadores a possibilidade de comprar o produto se este estivesse disponível no mercado.</p>	<p>Os atributos avaliados apresentaram médias superiores a 6,0, dado que indica a boa aceitação do produto. As maiores médias foram atribuídas aos quesitos sabor (7,8), textura (7,2) e impressão global (7,5).</p>	<p>A cocada enriquecida com farinha de semente de abóbora apresentou elevada aceitação sensorial, e os resultados da análise de mercado comprovaram a viabilidade do desenvolvimento. A maioria dos consumidores certamente comprariam o produto.</p>
<p>FABER, J., CABRAL, D. D. (2016)</p>	<p>Avaliar o custo-benefício do consumo do biscoito da farinha da semente de abóbora como fonte alimentar para as crianças, avaliando sua aceitabilidade, composição nutricional e seu aproveitamento integral.</p>	<p>O público alvo da pesquisa foi constituído por escolares com idades entre 7 a 14 anos, de ambos os sexos, matriculados no turno da tarde na Escola Estadual Guia Lopes da cidade de Candelária/RS. A aceitabilidade sensorial do biscoito foi avaliada por 61 estudantes, utilizando-se escala hedônica facial de 5 pontos.</p>	<p>O custo médio de cada porção ficou em R\$ 0,10. Os biscoitos foram bem aceitos, verificou-se que os escolares a maioria adoraram o biscoito ou somente gostaram, correspondendo a 80% (n = 49). E 37,29% (n = 23) dos alunos não tiveram críticas sobre a preparação do biscoito. O biscoito possui vitaminas A, E e D, cálcio e fibras.</p>	<p>Observou-se uma boa aceitabilidade do biscoito da farinha da semente de abóbora, sugerindo que os subprodutos dos alimentos muitas vezes descartados podem ser de utilidade para um bom prato saudável, nutritivo e de baixo custo.</p>
<p>DOURADO <i>et al.</i> (2014)</p>	<p>O objetivo desse estudo foi elaborar biscoitos com adição de farinha de bagaço de maçã e verificar sua aceitabilidade sensorial e composição química teórica</p>	<p>Foram elaborados três tipos de biscoitos, sendo um padrão (F1 - 0%) e os demais contendo 8,5% (F2) e 14,2% (F3) de farinha de bagaço de maçã.</p>	<p>Não houve diferença estatística nos atributos avaliados de aparência, aroma, sabor e cor para as três formulações. A adição de 8,5 e 14,2% de farinha de bagaço de maçã elevou os teores de cinzas, carboidratos, calorias e fibras, entretanto reduziram os conteúdos de proteínas e umidade. As amostras F2 e F3 apresentaram maiores teores de fibra alimentar (5,47 g e 7,80 g, respectivamente) que F1 (2,01 g).</p>	<p>A farinha de bagaço de maçã pode ser considerada um ingrediente em potencial para ser utilizada em biscoitos e similares, podendo ser oferecidos aos consumidores com ampla expectativa de aceitação no mercado.</p>

<p>SILVIA, I. G. <i>et al.</i> (2019)</p>	<p>Este trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar a aceitação de biscoito tipo cookie elaborado a partir da farinha do caroço de abacate.</p>	<p>Três formulações foram utilizadas no desenvolvimento do cookie: F1 (formulação do biscoito com acréscimo de 5% da farinha do caroço de abacate); F2 (formulação do biscoito com acréscimo de 10% da farinha do caroço de abacate) e F3 (formulação do biscoito com acréscimo de 20% da farinha do caroço de abacate). Em seguida, os biscoitos foram avaliados sob o ponto de vista físico-químico (umidade, cinzas, lipídeos, proteínas, carboidratos e valor calórico) e sensorial (aceitabilidade dos atributos aparência, cor, textura e sabor, além da intenção de compra).</p>	<p>Entre as formulações testadas, a F1 (formulação do biscoito com acréscimo de 5% da farinha do caroço de abacate) foi mais bem aceita pelos provadores, visto que apresentou as maiores notas nos atributos sensoriais avaliados e uma intenção de compra acima da média (70%).</p>	<p>Este estudo demonstrou a importância do aproveitamento integral de resíduos provenientes do processamento de produtos de origem vegetal no desenvolvimento de um novo produto, que apresenta potencial para a comercialização e um maior valor nutricional.</p>
<p>BERNARDI, A.C.A. <i>et al.</i> (2020)</p>	<p>O presente estudo teve como objetivos desenvolver e avaliar a aceitabilidade e a intenção de biscoitos enriquecidos com farinha mista de sementes de melancia, mamão e melão.</p>	<p>Foram preparados três formulações de biscoitos, nas quais houve substituição de 10, 20 e 30% de farinha de trigo pela farinha mista produzida.</p>	<p>Quanto ao índice de aceitabilidade, ambos os tratamentos utilizando a substituição parcial de farinha de trigo pela farinha de sementes deste estudo foram considerados bem aceitos pelos julgadores, já que obtiveram valores de IA acima de 70%</p>	<p>Pode-se concluir também através da análise sensorial que a formulação com 30% de substituição apresentou nível mais alto em relação à perspectiva de mercado, já que obteve maiores índices de aceitabilidade e de intenção de compra quando comparado às formulações de 10 e 20 %.</p>
<p>OLIVEIRA, M. C (2020)</p>	<p>Objetivou-se com este estudo elaborar e avaliar a aceitabilidade de barras de cereais elaboradas com farinha da semente de mamão em diferentes concentrações (F1= 0%, F2= 5%, F3= 10%, F4= 15% e F5= 20%).</p>	<p>Foi utilizado o teste por escala hedônica de 9 pontos, para os atributos sensoriais: aparência, sabor, cor, textura e aceitação global com 100 provadores não treinados; também foi avaliada a intenção de compra. Foi adquirida uma barra comercial para fins de comparação entre as amostras. Para o tratamento dos dados foi realizada a análise de regressão múltipla, análise de variância ($p \leq 0,05$) e elaboração dos mapas de preferência interno. As barras de cereais com maior porcentagem de adição da farinha do resíduo foram avaliadas pelos atributos cor, aroma e sabor característicos da semente do mamão, além da textura.</p>	<p>A formulação F2 (5%) apresentou as maiores médias quando comparada às demais formulações com adição da FSM, para os atributos aparência, textura e aceitação global, indicando que se aperfeiçoada pode ter potencial de crescimento comercial. Não houve diferença significativa entre as amostras F4 e F5 (15% e 20%). As formulações F2 e F3 agruparam-se nos dendogramas dos atributos de textura e aceitação global, indicando que foram aceitas da mesma forma.</p>	<p>Portanto, a farinha da semente de mamão pode ser utilizada como ingrediente no desenvolvimento de novos produtos, pois as sementes de mamão possuem elevado teor de proteínas, compostos bioativos e fibras alimentares, importantes para a saúde humana, além de agregar valor econômico ao resíduo e contribuir para a diminuição do impacto ambiental. Recomendam-se novos estudos e testes sensoriais com relação à inserção da farinha da semente de mamão para obtenção de uma melhor aceitação sensorial.;</p>

<p>BOLZAN, A. B., PEREIRA, E. A. (2017)</p>	<p>Esta pesquisa teve como objetivo verificar a influência da substituição de parte da polpa de caqui por sementes de pinhão cozido, na elaboração de um doce cremoso.</p>	<p>O método da pesquisa foi realizado por meio de teste de aceitação, conduzido com 50 provadores não treinados, utilizando-se uma escala hedônica de 05 pontos, para os atributos de aparência, odor, sabor, textura e impressão global. Foi determinada ainda a intenção de compra pelos possíveis consumidores. Foram testadas 04 formulações com variações nas concentrações de polpa: pinhão: A (50:00), B (45:05), C (40:10) e D (35:15)</p>	<p>Observou-se que as amostras apresentaram boas características em relação aos atributos sensoriais analisados. A adição de semente de pinhão não promoveu alterações perceptíveis, não apresentando influência estatística significativa quando comparada com a amostra A (padrão), portanto, igualmente aceitas pelos provadores</p>	<p>Os resultados do índice de aceitação foram superiores a 70%, onde os avaliadores apresentaram intenção positiva de compra (certamente compraria e possivelmente compraria), o que reflete em elevado grau de satisfação com o produto desenvolvido e é um indicativo do potencial de comercialização.</p>
<p>ALVES, G. da S. <i>et al.</i> (2019)</p>	<p>O presente estudo teve como objetivo o desenvolvimento de suco concentrado de melão amarelo com adição de farinha de semente da própria fruta.</p>	<p>Os melões e sementes seguiram processamento. A polpa e o suco concentrado, com ou sem adição da farinha da semente, foram submetidos a análises químicas, físico-químicas e sensorial.</p>	<p>Dentre as formulações estudadas, o suco concentrado com adição de 0,5 % de farinha de semente de melão amarelo, revelou resultados positivos dentre as demais formulações, haja vista o incremento nutricional percebido pela análise cinzas, bem como a aceitabilidade exposta através da análise sensorial.</p>	<p>A presente pesquisa demanda por mais estudos a fim de otimizar e fomentar ainda mais a produção de suco concentrado de melão amarelo.</p>

Quadro 01: Síntese dos 10 artigos selecionados.

Fonte: Dados da pesquisa.

4 | DISCUSSÃO

Conforme observado no Quadro 1, de forma geral, houve boa aceitação e interessante intenção de compra nos preparos envolvendo sementes adicionadas ao produto ou como forma de substituição de outros ingredientes. O que se reflete como um ótimo indicador, mostrando possibilidades em relação ao aproveitamento total do produto, visando a sustentabilidade e melhora dos valores nutricionais dos produtos comercializados no mercado (SILVA, I. G. et al. 2019).

A goiaba é um fruto muito importante historicamente dentro da fruticultura brasileira. Ela é muito nutritiva, sendo uma das frutas mais ricas em zinco, fibras, vitamina E e niacina, além de possuindo níveis altos de diversos carotenoides, como β -caroteno, luteína, rubixantina, fitoflueno, criptoflavina e licopeno, além de possuir elevado índice de ácido ascórbico. É fruto com odor e sabor agradável, o que contribui para seu sensorial. Foi conferido que a adição da semente da goiaba em produtos de panificação, como substituta

da farinha, obteve uma aceitação satisfatória, apontando que a maioria dos provadores consumiria frequentemente ou sempre que tivesse oportunidade. Assim, a adição da semente de goiaba em pó é uma alternativa para minimizar o desperdício e agregar benefícios nutricionais aos produtos panificados (ALVES, A. M. P. *et al.*, 2012; UCHÔA THOMAZ, *et al.*, 2014).

A abóbora é comumente consumida “in natura” em todo território brasileiro, entretanto não tem sido utilizada na indústria de alimentos de maneira integral. As sementes de abóbora comumente não são aproveitadas, porém apresentam benefícios que elas podem trazer a saúde, contribuindo com a diminuição dos níveis de triglicerídeos séricos, diminuição significativa dos níveis de glicose, promovendo alterações no metabolismo humano. Além disso, apresentam valores altos de proteínas, lipídios bons e fibras, possuem compostos bioativos, como ácidos graxos essenciais, tocoferóis, carotenoides, compostos fenólicos, fitoesteróis, curcubitacinas, cianetos, inibidores de tripsina e saponinas, sendo excelente antioxidante (PEREIRA, E. D, *et al.*, 2009; FABER, J., CABRAL, D. D. 2016).

Em relação à incorporação da farinha de semente de abóbora a preparações: A adição de farinha de semente de abóbora em cocada apresentou resultados satisfatórios, aumentando o valor nutritivo e acentuando o sabor da mesma. As maiores médias foram atribuídas pelos provadores aos quesitos sabor, textura e impressão global. Os resultados do teste de intenção de compra também foram satisfatórios, demonstrando que a comercialização desse produto seria viável (PEREIRA, E. D, *et al.*, 2009).

Os biscoitos elaborados com a farinha da semente de abóbora também apresentaram resultados positivos, foi verificado que a grande maioria adorou o biscoito ou somente gostaram, correspondendo a 80% dos provadores. Foi avaliado também o baixo custo para a produção, mostrando resultados satisfatórios em relação à possibilidade de aliar sustentabilidade, qualidade nutricional e economia (FABER, J., CABRAL, D. D. 2016).

A maçã apresenta redução do colesterol sanguíneo e do risco de doenças cardiovasculares, podendo dessa forma auxiliar na manutenção da saúde, especialmente por seu aporte de fibras e potássio, entretanto, atualmente existe baixo consumo desse fruto pela população brasileira em geral, dessa forma a adição da farinha de seu bagaço em biscoitos é uma alternativa interessante, que também colabora com a sustentabilidade.

Foi observado que uma adição da farinha do bagaço da maçã (responsável pela redução de 50% da farinha de trigo) em biscoitos obteve boa aceitação pelos provadores, tendo aceitação sensorial semelhante ao produto padrão. Dessa forma, essa farinha pode ser considerada um ingrediente interessante para a adição em biscoitos e similares, sendo possível ser oferecida aos consumidores com boas perspectivas de aceitação no mercado (DOURADO *et al.* 2014).

O abacate se destaca em relação ao seu valor nutricional por conta da grande quantidade de ácidos graxos monoinsaturados presente em sua composição, com destaque para o ácido oleico (ômega 9) e alto teor de fibras. Sua polpa contém inúmeras

vitaminas e minerais, chamando atenção para o potássio e a vitamina E, fazendo com que seu consumo seja interessante.

Com o caroço do abacate, uma parte geralmente descartada do fruto, fez-se uma farinha que apresentou características físico-químicas que favoreceram o seu uso em formulações alimentícias e contribuíram para o desenvolvimento de um biscoito - tipo cookie - feito com farinha da semente do abacate. A partir disso, foi observado que os cookies produzidos com adição de 5% da farinha do caroço de abacate em substituição à farinha de trigo destacaram-se por apresentar uma boa aceitação sensorial e uma boa intenção de compra (70%), evidenciando a possibilidade de elaboração de um produto novo, sustentável, com melhor valor nutricional e potencial de mercado para vendas (SILVA, I. G. *et al.* 2019).

A elaboração de farinha mista proveniente de sementes mostra-se como uma excelente opção para a substituição parcial das farinhas convencionais, conferindo valor nutricional em produtos de alto consumo e aceitação, que geralmente não apresentam composição nutricional interessante. Foi desenvolvida uma farinha mista utilizando sementes de melancia, mamão e melão, com a finalidade de elaborar um biscoito enriquecido com as mesmas, visando menor desperdício, melhor qualidade nutricional e boa aceitação do produto.

Observou-se que formulações com diferentes concentrações (10%, 20% e 30%) da farinha em substituição parcial à farinha de trigo foram bem aceitas. Foi constatado também através da análise sensorial que a formulação com 30% de substituição (nível mais alto de farinha mista) apresentou melhores perspectivas de mercado, já que obteve maiores índices de aceitabilidade e de intenção de compra quando comparado às outras fórmulas de biscoito (BERNARDI, A.C.A. *et al.*, 2020).

Mamão é a fruta mais popular no Brasil, sendo principalmente produzida para seu consumo em frutas frescas, geleias ou sucos. Durante seu processamento industrial, são retiradas cascas e sementes, gerando uma grande quantidade de resíduos que equivalem a cerca de 50% da fruta. As sementes do mamão possuem um valor nutricional interessante, com quantidades significativas de fibras, lipídios e proteínas, além de sua atividade antioxidante. Foram desenvolvidas barras de cereal com a farinha da semente do mamão, que obtiveram bom resultado em relação à aceitação quando a proporção da farinha estava de 5 a 10%. Assim, é interessante estudar outras formas de adição da farinha do resíduo em barras de cereais e/ou o aumento de ingredientes na formulação a fim de uma melhor aceitação do produto com maior proporção da semente em sua composição (OLIVEIRA, M. C. 2020).

A semente da Araucária, o pinhão, é uma importante fonte de alimento e renda para comunidades rurais que residem na região de ocorrência da Floresta com Araucária no Brasil e quase toda a sua produção é comercializada *in natura*. A semente é rica em amido, fibras, lipídios (especialmente ômega 6), proteínas e minerais como fósforo, zinco, magnésio

e principalmente em ferro. Foi desenvolvida uma geleia com frutos de caqui cultivados e comercializados na região e houve a substituição parcial da polpa por sementes de pinhão. Com o objetivo de promover uma exploração consciente da espécie, que apresenta risco.

Foi observado que é viável para o mercado a elaboração de doce cremoso de caqui com substituição parcial da polpa do fruto pela adição de diferentes concentrações de sementes de pinhão cozido. As formulações apresentaram resultados interessantes mediante a análise sensorial, em relação à aparência, odor, textura, sabor e impressão global, onde a adição do pinhão não influenciou nestes atributos, obtendo boa aceitação e intenção de compra. (BOLZAN, A. B., PEREIRA, E. A. 2017).

No Brasil, o melão é consumido comumente na forma in natura, além de incorporado como ingrediente para a produção de sucos, iogurtes e sorvetes. Porém, possui uma vida útil curta pós-colheita, quando conservado em temperatura ambiente, dessa forma há um grande índice de desperdício e perda do fruto. O fruto é rico em vitaminas A, B, B2, B5 e C, sendo constituído 90% de água e contendo poucas calorias. Possui potássio, sódio, fósforo e propriedades antioxidantes. O suco de melão mostra-se como uma alternativa viável para menor desperdício e suprimento do suco base direcionado à formulação de bebidas de frutas, contribuindo com um mercado em expansão. Este mercado exige características que o suco de melão naturalmente não apresenta, tais como, a limpidez, o aroma não acentuado da fruta e a estabilidade pós-processamento.

Nesse sentido, foi formulada uma nova bebida com o uso de melão e aproveitamento de suas sementes, objetivando redução de perdas e de produção de resíduos, bem como inovação no setor. Em meio as formulações realizadas, o suco concentrado com adição de 0,5% (menor concentração) de farinha de semente de melão amarelo, apresentou resultados positivos, levando em consideração o valor nutricional percebido pela análise cinzas, a aceitabilidade exposta através da análise sensorial e interessante possibilidade de compra pelos provadores. Entretanto, ainda são necessários mais estudos para aumentar a vida útil e diminuição da percepção de sólidos no suco, gerando maiores notas para “aparência” e “consistência” (ALVES, G. da S. *et al.*, 2019).

5 | CONCLUSÃO

Diante do exposto, produtos alimentícios elaborados com partes não comestíveis dos alimentos podem ser sustentáveis contribuindo para o meio ambiente e também apresentar boa aceitação sensorial pelo público.

REFERÊNCIAS

ALVES, Andreza Marta Pereira *et al.* **Elaboração e Avaliação Sensorial de Cookie de Farinha da Semente de Goiaba**. VII CONNEPI - Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas, Tocantins. Outubro de 2012.

ALVES, G. da S.; SILVA, C. E. P.; ALVES, K. M. C.; ARAÚJO, E. C. N de; ALVES, J. E. de A.; ARAGÃO, C. S. B.; MARQUES, L. F. **Processamento de suco concentrado adicionado de farinha de semente de melão amarelo**. Revista Semiárido De Visu, Petrolina, v. 7, n. 1, p. 3-14, 2019.

BERNARDI, A.C.A; MORAES, B.K.B; MORAES K.; NAVARINI, J. **Elaboração de biscoito enriquecido com farinha mista de sementes de melancia, mamão e melão**. 7º Simpósio de Segurança Alimentar, Inovação com sustentabilidade. Online. 27 a 29 de outubro de 2020.

BOLZAN, Aline Balbinotti; PEREIRA, Edimir Andrade. **Análise sensorial de doce cremoso de caqui cv Fuyu adicionado de sementes de pinhão**. Syn. scy. UTFPR, Pato Branco, v: 12, n. 1, p. 102-108. 2017.

DOURADO, TOZATTI, STOSKI, FREITAS, NOVELLO E BEZERRA. **Biscoito Adicionado de Farinha de Bagaço de Maçã: Caracterização Química e Sensorial**. Revista Brasileira de Inovação Tecnológica em Saúde, On-Line, desde 2010. 2014.

FABER, Jaqueline, CABRAL, Daiane Drescher. **Composição nutricional e análise sensorial de biscoitos elaborados com a farinha da semente de abóbora (Cucurbita maxima)**. Nutrição Brasil, 15(4):210-218. 2016.

OLIVEIRA, Mariana Carvalho. **Aceitabilidade sensorial de barras de cereais elaboradas com farinha da semente de mamão**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Instituto Federal Goiano, Campus Morrinhos, Tecnologia em alimentos. 2020.

PEREIRA, Emerson Divino *et al.* **Produção e análise sensorial de cocada enriquecida com farinha de semente de abóbora (Curcubita moschata)**. II Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí, II Jornada Científica. 19 a 23 de outubro de 2009.

RAIMUNDO, Milene Gonçalves. **Diga não ao desperdício e Pan'cs. Coordenadoria de Desenvolvimento dos Agronegócios**. Codeagro. São Paulo. 2016.

ROCKENBACH, I. I. **Compostos fenólicos, ácidos graxos e capacidade antioxidante do bagaço da vinificação de uvas tintas (Vitis vinifera L. e Vitis labrusca L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina. 2008.

SESC/DN. **Banco de Alimentos e Colheita Urbana: Aproveitamento Integral dos Alimentos**. (Mesa Brasil SESC Segurança Alimentar e Nutricional). Programa Alimentos Seguros. Convênio CNC/CNI/ SEBRAE/ANVISA. Rio de Janeiro. 2003.

SILVA, I. G., ANDRADE, A. P. C., SILVA, L. M. R., & GOMES, D. S. **Elaboration and sensory analysis of cookies made from avocado lump flour**. Brazilian Journal of Food Technology. Fortaleza, Ceará. 2019

SILVA, Luzia Márcia de Melo *et al.* **Qualidade físico-química de farinha da semente de abóbora desidratada em estufa a 40°C**. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.6, n.5, p. 154 – 159. Dezembro de 2011.

UCHÔA THOMAZ, A. M. A.; SOUSA, E. C.; LIMA, A.; LIMA, R. M. T.; FREITAS, P. A. P.; SOUZA, M. A. M.; THOMAZ, J. C. A.; CARIOCA, J. O. B. **Elaboração e aceitabilidade de produtos de panificação enriquecidos com semente de goiaba (psidium guajava l.) em pó**. HOLOS. Rio Grande do Norte, Natal. vol. 5, pp. 199-210. 2014.

ZARO, Marcelo. **Desperdício de alimentos [recurso eletrônico]: velhos hábitos, novos desafios**. EDUCS – Editora da Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, Rio Grande do Sul. 2. ed. 2018.

BARRA NUTRICIONAL DE *Moringa Oleífera* L

Data de aceite: 03/04/2023

Ébano Negrini

Acadêmico de Agronomia no Centro
Universitário Assis Gurgacz: Cascavel-Pr

Tassio José Mosoli

Acadêmico de Agronomia no Centro
Universitário Assis Gurgacz: Cascavel-Pr

Diogo Rafael Gouveia Pesavento

Acadêmico de Agronomia no Centro
Universitário Assis Gurgacz: Cascavel-Pr

Jozé Marcelo Pizoni

Acadêmico de Agronomia no Centro
Universitário Assis Gurgacz: Cascavel-Pr

Adriano Pansera

Acadêmico de Agronomia no Centro
Universitário Assis Gurgacz: Cascavel-Pr

Eduarda Cutchma

Acadêmica de Nutrição no Centro
Universitário Assis Gurgacz: Cascavel-Pr

Daniella Miotto Bernardi

Nutricionista. Doutora em Alimentos
e Nutrição (UNICAMP). Docente de
Agronomia pelo Centro Universitário Assis
Gurgacz, Cascavel/PR

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um alimento proteico a

base de *Moringa oleífera*, além dos demais ingredientes: Mel, Banana, Castanha do Pará, Aveia, Granola. A preparação da mistura se deu em um recipiente de aço inox, onde a *Moringa* foi homogeneizada com os demais ingredientes devidamente pesados, e levados ao forno a 160° C por 20 minutos. Os dados foram obtidos através de uma análise sensorial no laboratório de nutrição em bancadas específicas, foram servidas três amostras de 10 g em copos codificados sem repetição, com concentração de *moringa* distinta. Aumentando a concentração de *moringa* nas formulações, diminuiu a aceitabilidade, e não alterou a composição nutricional.

PALAVRAS-CHAVE: Alimento, Barra nutricional, Cereal, *Moringa*, Proteico, Ingredientes.

1 | INTRODUÇÃO/REFERENCIAL TEÓRICO

Os indivíduos de uma forma geral buscam uma vida saudável, que está relacionada com a alimentação, sendo esta balanceada, rica em fibras e proteínas, que podem combater problemas de saúde como obesidade, diabetes, desnutrição e

outros.

Durante muitos anos as barras nutritivas foram consideradas como um alimento de baixo valor nutricional, todavia com o aumento da procura por alimentações que trazem benefícios a saúde, as barrinhas entram em cena como alternativa de alimento balanceado com macro e micronutrientes (GUIMARÃES, 2009).

O que define as barrinhas nutritivas como ótima opção de compra é que além de estarem disponíveis nos mais variados lugares, com embalagens compactas com preços acessíveis, além possuir excelentes combinações adequada de texturas e sabores que se completam, sendo compostas minimamente ou totalmente isentas de gorduras (FERREIRA *et al.*, 2018).

Segundo Sbardelotto, (2011) a produção de barras de cereais, se dá a partir da cocção e mistura de ingredientes nutritivos, de tal forma que se combinem para garantir a máxima aceitação, em quesitos como sabor textura e propriedades nutricionais.

A chamada lírio, quiabo de esquina ou moringa é uma planta arbustiva com 12 m de altura pertencente à família Moringaceae, sendo bastante consumida em vários países (MARACAJÁ *et al.*, 2010). É de origem indiana “considerada uma planta de amplo espectro de ação, de fácil cultivo, que cresce em regiões desde as subtropicais secas e úmidas, até tropicais, sendo tolerante à seca, florescendo e produzindo frutos” (LIMA *et al.*, 2019).

Santana *et al.* (2010) observou que a moringa apresenta 78% de ácido oleico, concluindo que além de características nutricionais pode ser empregada para fabricação de biodiesel, apresentando baixo valor de insaturações, o que garante maior tempo de oxidação facilitando assim o armazenamento.

Câmara e leite (2018), concluem que a *Moringa oleífera*, é uma planta nutricional, que pode ser utilizada em grupos sociais menos favorecidos, garantindo a estes a soberania alimentar, bem como na utilização na medicina e no uso industrial.

O presente estudo teve como objetivo a elaboração e análise sensorial de barras de cereal com diferentes concentrações de *Moringa oleífera*.

2 | MATERIAL E MÉTODOS:

2.1 Formulação do produto

Foram utilizados os seguintes componentes para a caracterização da barra de cereal: Mel, Banana, Castanha do Pará, Aveia, Granola e Moringa.

Após uma sequência de testes, foram obtidas novas formulações de barra de cereal apresentadas nas Tabelas 1.

Ingredientes	Formulação 1 (%) Testemunha	Formulação 2 (%)	Formulação 3 (%)
Granola	22,68	22,32	21,82
Aveia	14,9	14,66	14,33
Castanha Do Pará	18,72	18,43	18,01
Banana	37,8	37,2	36,37
Mel	5,89	5,8	5,67
Moringa	0	1,59	3,79

Tabela 1- Formulações da barra nutricional de Moringa oleífera e Testemunha.

Os Autores, 2019.

A preparação da mistura se deu em um recipiente de aço inox, onde a Moringa foi homogeneizada com o restante dos ingredientes. A massa obtida foi moldada em uma forma de alumínio untada com óleo de soja e depois colocada em um forno na temperatura de 160 °C por 20 minutos. A forma foi retirada do forno e a massa cortada em retângulos de tamanhos uniformes com 10 g. Na figura 01 está apresentado o fluxograma de produção do produto.



Figura 1- Fluxograma das etapas de produção das formulações de barrinha nutritiva

Os Autores, 2019.

2.2 Análise Sensorial

A pesquisa foi realizada de acordo com os procedimentos de coleta de dados respeitando os critérios éticos, sendo que o projeto foi encaminhado ao comitê de ética e pesquisa com seres humanos e recebeu parecer favorável sob No 2.078.136. Participaram da pesquisa indivíduos

de ambos os sexos, com idade entre 18 e 50 anos, sendo estes estudantes e colaboradores do centro universitário da fundação Assis Gurgacz, da cidade de Cascavel-PR.

A análise sensorial foi realizada no laboratório de nutrição em bancadas específicas. Foram servidas três amostras de barra nutricional de moringa; Amostra 1- sem adição de moringa (testemunha), amostra 2- 1,59 % de moringa, amostra 3- 3,79% de moringa. As amostras foram servidas de forma aleatória em copos codificados com algarismos de três dígitos e com quantidades padronizadas de aproximadamente a 10 g cada, não havendo repetição de amostra. Disponibilizou-se um copo com água nos intervalos de amostras para limpeza do palato.

A aceitabilidade das amostras foi avaliada utilizando-se uma escala hedônica estruturada de nove pontos, cujos extremos de notas variavam de gostei muitíssimo (9) a desgostei muitíssimo (1). Foram avaliados atributos de aceitação global, aparência aroma, sabor e textura. Também foi avaliada a intenção de compra do consumidor por meio de uma escala estruturada de cinco pontos cujos extremos variavam de certamente compraria (5), à certamente não compraria (1) (DUTCOSKY, 2013). Para análise estatística utilizou-se o software Microsoft Excel 2016.

2.3 Avaliação Nutricional

O valor nutricional foi determinado segundo os critérios estabelecidos na resolução RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003, que apresenta regulamento técnico sobre rotulagem de alimentos embalados (BRASIL, 2003). O cálculo nutricional foi obtido por meio da consulta na tabela de informação nutricional.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os dados provenientes da análise sensorial (Tabela 2), é possível prever que as amostras testadas diferiram entre si estatisticamente, nos quesitos aceitação global, aparência sabor e intenção de compra, todavia a amostra 2 e 3 são estatisticamente iguais nos quesitos aroma e textura.

	A1	A2	A3	P
A. GLOBAL	6,2 ± 1,9a	5,4 ± 2,6b	4,3 ± 2,6c	<0,001
APARENCIA	6,1 ± 2,2a	5,1 ± 2,4b	4,1 ± 2,2c	<0,001
AROMA	6,4 ± 2,1a	5,0 ± 2,6b	4,4 ± 2,6b	<0,001
SABOR	6,4 ± 2,3a	4,9 ± 2,6b	4,0 ± 2,6c	<0,001
TEXTURA	5,8 ± 2,2a	5,0 ± 2,5b	4,2 ± 2,5b	<0,001
INT. COMPRA	3,1 ± 1,1a	2,7 ± 1,3b	2,0 ± 1,1c	<0,001

Tabela 2 - Resultados estatísticos da análise sensorial

Os autores, 2019

Portanto, a incorporação de moringa interferiu na aceitabilidade do produto, sendo que maiores concentrações afetaram negativamente os atributos aceitação global aparência, sabor e intenção de compra.

Os resultados do cálculo nutricional estão apresentados na tabela 3, sendo que representa as informações de uma porção de 20 g de cada amostra.

Formulação	Kcal	CHT(g)	Proteínas(g)	GT(g)	Gorduras Saturadas(g)	Gorduras Trans(g)	Fibra alimentar(g)	Sódio(mg)
1	62	7,0	1,3	3,1	0,7	0	0,9	12
2	62	7,0	1,3	3,1	0,7	0	0,9	12
3	60	6,7	1,3	3	0,7	0	0,8	12

Tabela 3- Informações nutricionais de porções de 20 g de barra nutritiva

Os Autores, 2019

É possível observar que a incorporação de moringa, nas concentrações em que foram usadas, não afetou a composição nutricional das 20g de barra de cereal. Possivelmente, se fossem utilizadas maiores concentrações haveria interferência nutricional, porém prejudicaria ainda mais a aceitabilidade do produto.

4 | CONCLUSÕES

Aumentando a concentração de moringa nas formulações, diminuiu a aceitabilidade dos testadores, bem como não alterou a composição nutricional, sendo necessárias grandes quantidades. São necessários mais estudos sobre a composição nutricional da *Moringa oleífera*, devido a poucos dados científicos disponíveis.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, G.B.; LEITE D.D.F. **Moringa oleífera: potencial econômico**. Congresso Nacional Em Pesquisa e Ciências-CONAPESC, Campina Grande-PB, 2018. Disponível em: < http://www.editorarealize.com.br/revistas/conapesc/trabalhos/TRABALHO_EV107_MD1_SA16_ID858_30052018175_553.pdf>. Acesso em: 04 de maio 2019.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013. 531 p.

FERREIRA, M.P.; ROBERTO, S.B.; CAMISA, J. Caracterização e aceitabilidade de barras de cereais enriquecidas com colágeno hidrolisado. **Revista Virtual de Química** v.10 n. 1 e de março de 2018.

GUIMARÃES, M.M; SILVA, M.S. Qualidade nutricional e aceitabilidade de barras de cereais adicionadas de frutos de murici-passa. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, 68(3):426-33,2009.

LIMA, J.P.; ALMEIDA, C.C.C.; FREITAS, D.L.; SILVA, J.L.; PESSOA, C.V. **Propriedades terapêuticas da moringa oleifera l.: revisão de literatura.** Mostra Científica de Farmácia v.5, 2018. Disponível em:< <http://publicacoesacademicas.unicatolicaquixada.edu.br/index.php/mostracientificafarmacia/article/view/3023>>. Acesso em: 05 de mai. 2019.

MARACAJÁ, P.B; LEITE, D.T; FREIRE, M.S; SILVEIRA D.C; CAVALCANTI, M.T; COELHO, D.C. Efeito tóxico do extrato de flores de moringa oleifera l. para abelhas apis mellifera africanizadas. **ACSA - Agropecuária científica no semi-árido.** Patos – Pb. v.06, n 03 julho/setembro 2010 p. 33 - 37 2010.

MARINELLI, P S. **Farinhas de moringa (Moringa Oleifera Lam.) e ora-pro-nóbis (Pereskia aculeata Mill.): biomateriais funcionais.** 2016 (dissertação) Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru – Sp.

SANTANA, C.R.; PEREIRA, D.F.; ARAUJO, N.A.; CAVALCANTI, E.B.; SILVA, G.F. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DA MORINGA (Moringa oleifera Lam). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.12, n.1, p.55-60, 2010 55 ISSN 1517-8595.

SBARDELOTTO, J. **Desenvolvimento e estudo comparativo de barras de cereais fortificadas com ferro e enriquecidas com fruto oligossacarídeo.** 2011. Trabalho de conclusão de curso- Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, Francisco Beltrão, 2011. Disponível em:< http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/387/1/FB_COALM_2011_2_07.pdf>. Acesso em: 04 de abr. 2019.

AMÊNDOA DO BABAÇU E SEUS SUBPRODUTOS NA ÁREA DE NUTRIÇÃO, ALIMENTOS E FARMACÊUTICA: REVISÃO BIBLIOMÉTRICA E DE CORPUS TEXTUAL

Data de submissão: 07/02/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Samuel Almeida Costa Rocha

Departamento de Ciências Fisiológicas,
Universidade Federal do Maranhão
São Luís - Maranhão
ORCID: 0000-0002-1907-2739

Tonicley Alexandre da Silva

Departamento de Ciências Fisiológicas,
Universidade Federal do Maranhão
São Luís - Maranhão
ORCID: 0000-0002-5024-7090

RESUMO: Avaliou-se a produção científica sobre a amêndoa do babaçu e seus subprodutos na área de nutrição, alimentos e farmacêutica por meio de estudo bibliométrico e análise de corpus textual em trabalhos publicados entre 2011 e 2021, encontrados nos periódicos CAPES, SCIENCE e GOOGLE ACADÊMICO. Foram selecionados 44 trabalhos. Na avaliação bibliométrica observou-se que a produção científica sobre a amêndoa do babaçu é centralizada no Brasil, sendo pulverizada em várias regiões, com destaque as instituições do nordeste. Na análise dos autores e veículos de publicação observou-se uma fragmentação das publicações com poucos destaques, contudo verificou-

se um aumento cronológico no interesse pelo assunto, predominando pesquisas na área de nutrição e alimentos, sendo o óleo o subproduto mais utilizado. A análise de corpus textual demonstrou que os termos babaçu e óleo são predominantes nos resumos e dividem os trabalhos em dois grupos, sendo o óleo focado em termos relacionados a análises físico-químicas e babaçu englobando termos empregados nas demais áreas de pesquisa com a amêndoa. Conclui-se que a pesquisa científica sobre a amêndoa do babaçu encontra-se em estágios iniciais de desenvolvimento, com foco no óleo, havendo muito a ser explorado nos demais subprodutos.

PALAVRAS-CHAVE: Babaçu, amêndoa, óleo.

BABAÇU ALMONDS AND ITS BY-PRODUCTS IN THE AREA OF NUTRITION, FOOD AND PHARMACEUTICALS: BIBLIOMETRIC REVIEW AND TEXTUAL CORPUS

ABSTRACT: The scientific production on the babassu nut and its by-products in the area of nutrition, food and pharmaceuticals was evaluated through a bibliometric study and analysis of textual corpus in works

published between 2011 and 2021, found in CAPES, SCIENCE and GOOGLE ACADÊMICO journals. 44 works were selected. In the bibliometric evaluation, it was observed that the scientific production on the babassu almond is centralized in Brazil, being pulverized in several regions, with emphasis on the institutions of the northeast. In the analysis of authors and publication vehicles, there was a fragmentation of publications with few highlights, however there was a chronological increase in interest in the subject, with predominance of research in the area of nutrition and food, with oil being the most used by-product. The textual corpus analysis showed that the terms babassu and oil are predominant in the abstracts and divide the works into two groups, with oil focused on terms related to physical-chemical analysis and babassu covering terms used in other research areas with almonds. It is concluded that scientific research on the babassu nut is in early stages of development, focusing on oil, with much to be explored in other by-products.

KEYWORDS: Babassu, almond, oil.

1 | INTRODUÇÃO

O babaçu (*Orbignya phalerata*), palmeira típica brasileira é conhecida pela versatilidade do seu fruto, no qual são utilizadas praticamente todas as suas partes. Por ter a maioria de suas florestas localizadas na transição entre Cerrado, Amazônia e Nordeste Semiárido do Brasil, o babaçu representa um grande peso na economia da população que habita essas áreas, pois gera renda suficiente para a sobrevivência destas famílias (PORRO,2019).

De acordo com Santos (2022) destaca-se o uso da camada mais externa do babaçu (epicarpo), para a fabricação de xaxim, estofados e vasos. Já o mesocarpo é usado na fabricação de uma farinha rica em amido, o endocarpo para a fabricação de artesanatos, além de servir como substituto da lenha. E as amêndoas, utilizadas para produção de leite, farinha, óleo, cosméticos, biodiesel e fármacos (BATISTA et. al 2006).

Para Costa (2014), o óleo merece destaque, principalmente na alimentação, já que é o subproduto mais explorado comercialmente. Além dele, é comum a produção de uma espécie de leite comestível que é rico em nutrientes como cálcio, fósforo e principalmente potássio (TACO, 2003, 2006). Ademais, a partir da amêndoa também se produz uma espécie de farinha, embora não seja tão popular quanto os demais subprodutos.

Atualmente o número de pesquisas acerca da produção e benefícios de cosméticos a base da amêndoa do babaçu vem crescendo, isso deve-se a utilização do óleo do babaçu como ativo emoliente na produção de emulsões cosméticas com a finalidade de hidratação (COSTA, 2014).

Considerando as múltiplas aplicações da amêndoa do babaçu, torna-se imprescindível analisar o cenário da pesquisa e produção científica sobre o tema, nesse contexto destaca-se a pesquisa bibliométrica que vem sendo utilizada nas mais diversas áreas do conhecimento para obtenção de indicadores de avaliação na produção científica,

além de avaliar a qualidade e produtividade de autores, permitindo a detecção de padrões de comportamento e citações nas obras científicas (XAVIER et. al 2009).

Outro método muito utilizado é a análise do corpus textual, que consiste em um conjunto de análises com o objetivo de identificar padrões e relações entre o conteúdo textual dos trabalhos acadêmicos. Entre as análises utilizadas destacam-se: nuvem de palavras (um método de visualização de dados que exibe a frequência com que as palavras aparecem em um determinado texto), similitude (uma árvore de palavras com suas ramificações a partir das relações guardadas entre si nos textos) e classificação hierárquica descendente (correlação entre termos dentro de um mesmo segmento de corpus textual) (SOUSA et al. 2020).

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou realizar uma revisão bibliométrica e análise de corpus textual sobre o uso da amêndoa do babaçu e seus subprodutos na área de nutrição, alimentos e farmacêutica, considerando os trabalhos publicados entre 2011 e 2021.

2 | METODOLOGIA

Trata-se de um estudo bibliométrico e de análise de corpus textual, que utiliza a aplicação de métodos matemáticos e estatísticos sobre o conteúdo de trabalhos acadêmicos (PRITCHARD, 1969).

Foi feita uma consulta nos seguintes bancos de dados de trabalhos acadêmicos: CAPES, GOOGLE ACADÊMICO e SCIENCE, considerado trabalhos publicados em português, inglês e espanhol. Foram estabelecidas como palavras-chave: amêndoa, babaçu, óleo e suas traduções para o inglês: Babassu, almond, oil. Vale ressaltar que além das palavras-chave, foram utilizadas também as seguintes combinações: babaçu + amêndoa/ babaçu + óleo/ babassu + almond / babassu + oil. Desta forma, pôde-se restringir o conteúdo e analisar apenas a literatura que diz respeito a este trabalho.

Foram identificados 1451 trabalhos, onde foram aplicados critérios de inclusão e exclusão para selecionar um total de 44 trabalhos.

Como critério de inclusão, foram selecionados somente trabalhos que utilizavam a amêndoa e seus subprodutos com finalidades nutricionais, alimento e farmacêuticas com data de publicação entre 2011 e 2021. Em relação aos critérios de exclusão foram retirados os trabalhos de revisão bibliográfica e editoriais.

Para análise bibliométrica, que utilizou todo o corpo dos trabalhos, foram estudadas as variáveis: autores, veículo de publicação, ano de publicação, tipo de trabalho acadêmico, instituição de desenvolvimento do trabalho, parte da amêndoa avaliada, área da pesquisa, objetivos e resultados.

A análise de corpus textual foi realizada no conjunto de resumos dos trabalhos, estabelecendo o português como língua de referência para as análises, desta forma todos

os resumos em língua diferente do português foram traduzidos utilizando o Google Tradutor. Utilizou-se o software Iramuteq® Version 0.7 alpha 2 para fazer as análises de nuvem de palavras, similitude e classificação hierárquica descendente. As análises de corpus textual foram realizadas somente com substantivos que apresentavam frequência maior igual a 10 no conjunto de resumos.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliando o número de publicações acadêmicas por instituições, a Universidade Federal do Maranhão foi a instituição que teve a maior quantidade de publicações (n=8), seguida de Ceará, Tocantins e Pernambuco (n=3) (Gráfico 1).

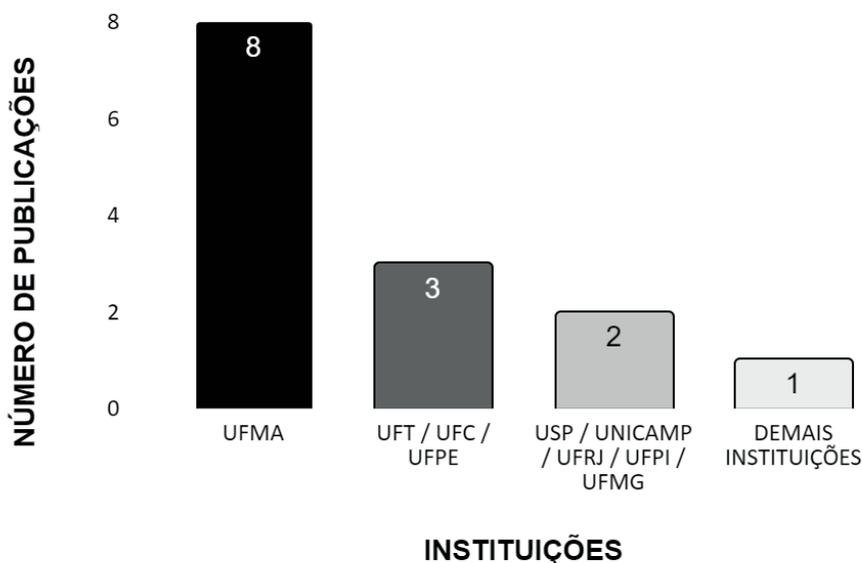


Gráfico 1 - Número de publicações acadêmicas por instituições sobre o uso da amêndoa do babaçu e seus subprodutos na área de nutrição, alimentos e farmacêutica no período 2011-2021. (UFMA: Universidade Federal do Maranhão; UFT: Universidade Federal do Tocantins; UFC: Universidade Federal do Ceará; UFPE: Universidade Federal do Pernambuco; USP: Universidade de São Paulo; UNICAMP: Universidade Estadual de Campinas; UFP: Universidade Federal do Piauí; UFRJ: Universidade Federal do Rio de Janeiro; UFMG: Universidade Federal de Minas Gerais)

É perceptível o protagonismo das instituições de pesquisa brasileiras com destaque a UFMA, possivelmente pelo fato do Maranhão ter o maior acesso e influência histórico-social sobre o babaçu na região. Haja vista que o estado é a principal área produtora de babaçu do país, além da predominância da prática da agricultura e extração de produtos regionais realizada pelos produtores maranhenses (PORRO, 2019).

Na análise do número de publicações por autores, dos 181 identificados, nove com 2 publicações cada, Maria Célia Pires Costa com 3 publicações e Abraham Damian Giraldo Zuniga foi o principal com 5 publicações.

Diante do exposto, percebe-se que poucos autores desenvolveram mais de 1 trabalho com o tema (n=9). Isso pode indicar uma falta de consolidação e maturidade nesta área, sendo refletido na baixa frequência de publicações pelo mesmo autor.

Embora haja poucos autores de referência, percebemos que já desperta um certo interesse que pode vir a crescer, fazendo assim com que mais pesquisadores invistam e deem seguimento em trabalhos nesta área.

Também foi analisado de forma quantitativa os veículos onde os trabalhos foram publicados, tendo em vista que apenas duas revistas, Research Society and Development e National Library of Medicine, apresentaram o maior número de publicações (n=4), enquanto Brazilian Journal of Development e Comunicata Scientiae tiveram apenas 2 cada. As demais apresentaram apenas uma publicação cada.

Assim como na análise dos autores, as revistas podem indicar uma imaturidade nessa linha de pesquisa, pois percebe-se a falta de um periódico que seja referência nessa área.

É importante ressaltar a necessidade do seguimento de publicações padronizadas para que o conteúdo se torne prestigiado em uma revista científica (STUMPF, 1996). Entretanto, a maioria dos trabalhos encontram-se espalhados em diversos periódicos.

Foi realizada uma análise cronológica do período entre 2011 e 2021 sobre o número de publicações acadêmicas.(Gráfico 2).

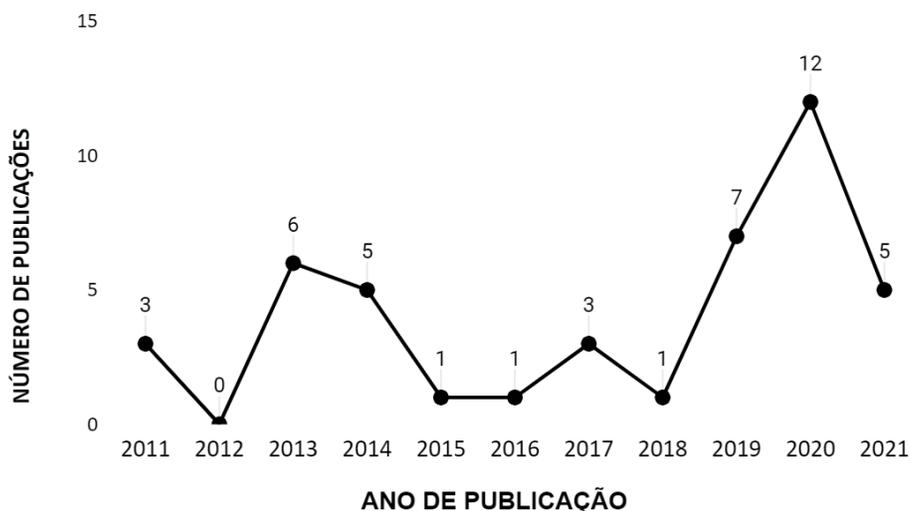


Gráfico 2 - Número de publicações acadêmicas por ano de publicação sobre o uso da amêndoa do babaçu e seus subprodutos na área de nutrição, alimentos e farmacêutica no período 2011-2021.

Pode-se observar uma variação significativa no número de publicações. O babaçu vem apresentando um grande potencial biotecnológico e sua aplicação na confecção de bioprodutos se tornou tendência dentro do meio acadêmico (PAIXÃO, 2021). Entretanto, alguns fatores possivelmente afetaram o número de publicações nesses 10 anos.

Entre 2012 e 2014 a frequência de publicações aumentou, comparado com o ano anterior. Vale ressaltar que no Brasil, as pesquisas científicas são fomentadas pelo governo e quando o fluxo de recursos é reduzido pode entrar em colapso (FROZZA, 2021). Isso afeta diretamente as universidades públicas, que são pólos de desenvolvimento científico (Marziale, 2006). Diante disso, observamos que nos anos citados acima, ocorreram até 6 publicações anuais, haja vista que o investimento público em ciência estava alto (FROZZA, 2021).

Contudo, nos anos seguintes, esses investimentos recuaram. Além disso, em 2015 a epidemia de Zika vírus chega ao ápice e sua associação a complicações neurológicas fez a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarar Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ALMEIDA, 2020). Isso direcionou o interesse de instituições de pesquisa para o estudo da doença.

Apenas em 2017 ocorreu um aumento nas publicações, perpetuando até 2020, porém, logo ocorreu o isolamento social por conta da pandemia de COVID-19. Percebe-se uma queda nas publicações em 2021, podendo ter sido causada, principalmente, pelo fechamento das universidades (CAVALCANTE et al. 2020).

Analisando os tipos de publicação acadêmica, a maioria dos trabalhos publicados tratavam-se de artigos (n=32), seguidos de tese (n=8). Já monografia e dissertação foram 3 publicações (Gráfico 3).

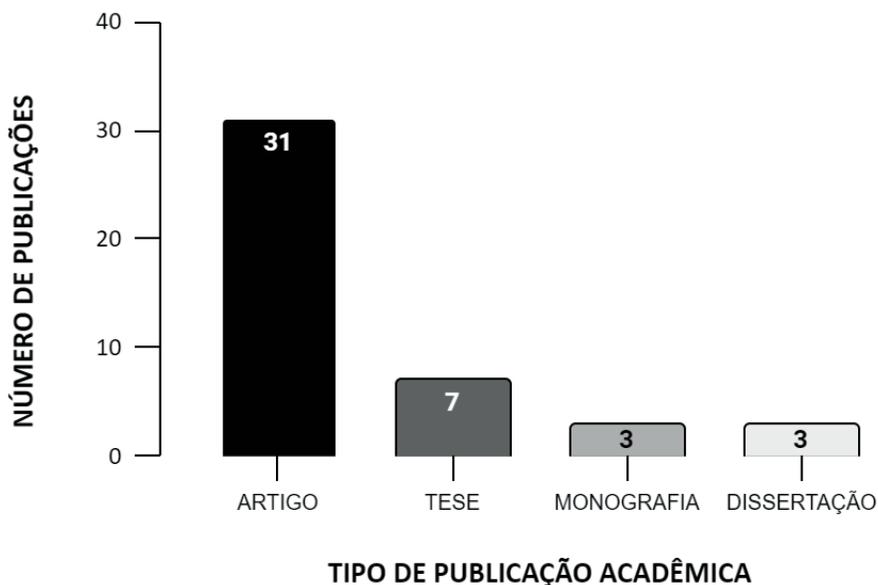
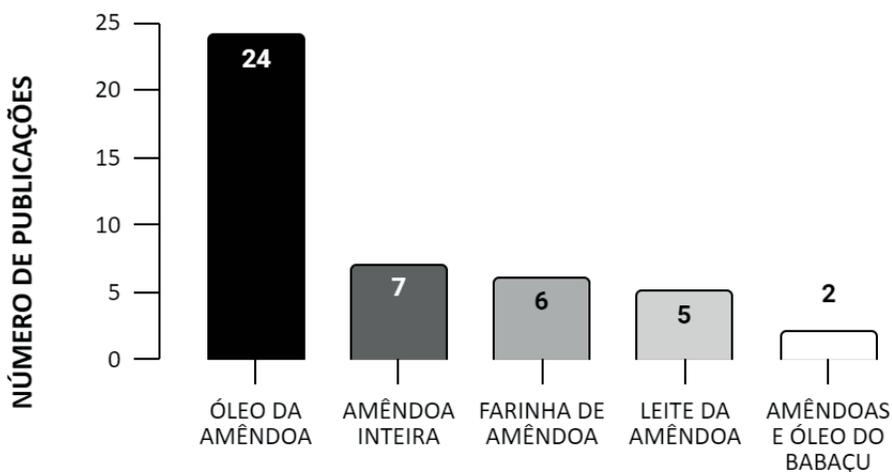


Gráfico 3 - Número de publicações acadêmicas por tipos de trabalhos acadêmicos sobre o uso da amêndoa do babaçu e seus subprodutos na área de nutrição, alimentos e farmacêutica no período 2011-2021.

Considerando que as bases de dados aqui utilizadas são voltadas para publicação de artigos científicos, percebemos que esse viés pode ter influenciado na quantidade majoritária da categoria artigo no gráfico. Além disso, a partir de uma tese, monografia ou dissertação podem ser produzidos diversos artigos científicos (SOUZA et al. 2016).

Na análise da parte avaliada da amêndoa do babaçu nos trabalhos, foi identificada que a maioria das publicações utilizou o óleo do babaçu (n=24) como material de estudo (Gráfico 4).



PARTE AVALIADA DA AMÊNDOA DO BABAÇU

Gráfico 4 – Número de publicações acadêmicas por parte avaliada da amêndoa do babaçu sobre o uso da amêndoa do babaçu e seus subprodutos na área de nutrição, alimentos e farmacêutica no período 2011-2021.

O óleo ainda é o principal objeto de pesquisa devido à sua alta versatilidade. Geralmente é extraído em 68% da massa da amêndoa e suas características físico-químicas revelam uma grande capacidade de resistência a oxidação, com pH de 6,41+/- 1,00 que auxilia na inibição de cepas bacterianas além da riqueza em ácidos graxos saturados (GONZALEZ et. al 2019).

Para o setor farmacêutico, sua importância se dá principalmente a sua composição química, pois possui propriedades emolientes e de hidratação superior a óleos que são comumente utilizados com essa finalidade como os óleos de amêndoa e de semente de uva (VERAS et. al 2016). Ademais, sua eficácia vem sendo demonstrada na produção de fármacos mostrando que micro-emulsões, formuladas a partir do óleo do babaçu, tem potencial imunoterápico, como vacina, visto que há interação entre leucócitos e bactérias aumentando a liberação de superóxido, fagocitose e atividades microbianas (ALBUQUERQUE; 2017).

Também é muito utilizado na culinária, assim como a amêndoa inteira, o leite e a farinha produzidos a partir dela. Entretanto, o leite possui baixa acidez (pH final = >4,6 e atividade de água > 0,85), o que lhe torna suscetível ao desenvolvimento de microrganismos, inclusive patogênicos, fazendo assim com que tenha uma baixa durabilidade (CARNEIRO et. al 2014).

Com relação à área de pesquisa, todas as publicações se dividem em duas categorias: “nutrição e alimentos” e “farmacologia”, haja vista que nutrição e alimentos foi a

área com maioria dos trabalhos (n=29), enquanto a farmacologia (n=15) (Tabela 1).

ÁREA PESQUISADA	SUB ÁREA PESQUISADA OU ATIVIDADE	Nº PUBLICAÇÕES	% PUBLICAÇÕES
NUTRIÇÃO E ALIMENTOS	ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA	14	32%
	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (MASSAS)	7	16%
	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (BEBIDAS)	6	14%
	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (MOLHOS)	1	2%
	DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO (DOCES)	1	2%
	SUBTOTAL	29	66%
FARMACOLOGIA	ONCOLÓGICA	3	7%
	FOTOPROTETORA	2	5%
	HIDRATANTE	2	5%
	ANTIMICROBIANA	2	5%
	ANTI-INFLAMATÓRIA	1	2%
	CICATRIZANTE	1	2%
	IMUNOMODULADOR	1	2%
	VASCULAR	1	2%
	EMBRIOGÊNESE	1	2%
	ETNOFARMACOLOGIA	1	2%
SUBTOTAL	15	34%	
TOTAL		44	100%

TABELA 1 - Número de publicações acadêmicas por área e subárea ou atividade pesquisada sobre o uso da amêndoa do babaçu e seus subprodutos na área de nutrição e alimentos e farmacêutica no período 2011-2021.

Constatar-se a variedade de pesquisas no setor farmacêutico, buscando prevenção, tratamento e recuperação. Entretanto, a área da saúde ainda é considerada como um dos setores que mais dependem de recursos financeiros para investigações científicas (SANTOS et. al 2019), além da baixa quantidade de pesquisas com babaçu na temática. Esses podem ser os principais motivos da menor quantidade na tabela (RICART et. al 2020).

Ademais, o babaçu na área alimentícia provém de um contexto histórico, social e econômico, o que pode influenciar os pesquisadores a tender por essa linha de pesquisa (RICART et. al 2020). Além disso, pode-se observar na tabela a divisão entre análises dos

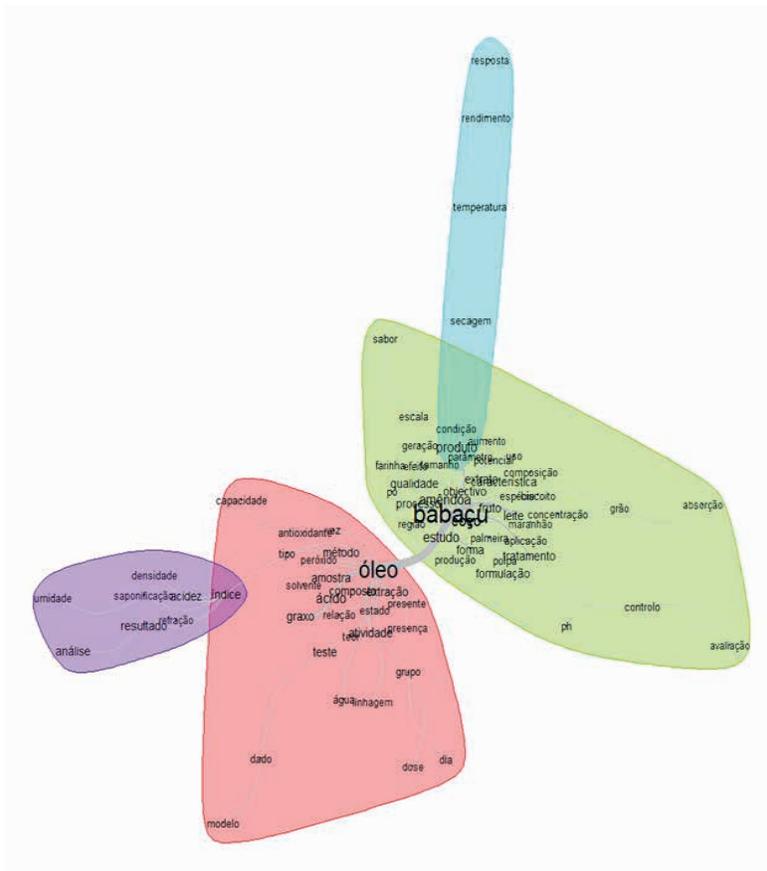


Figura 2 - Análise de similitude produzida a partir dos resumos das publicações científicas pelo software Iramuteq® Version 0.7 alpha 2. É analisada a concorrência entre as palavras e seu resultado apresenta conexidade entre as palavras e distingue os termos comuns dos termos específicos.

Observa-se a tendência a reafirmação de que as pesquisas estão, em sua maioria, focadas em análises físico-químicas do óleo. Pois, as ramificações que partem dele são formados por termos que são comumente usados nesse tipo de análise. Já as ramificações que partem do termo babaçu fazem menção a linha de pesquisa, produção de alimentos e análise dos subprodutos oriundos da amêndoa, assim como contextos geográficos, farmacêuticos e sociais.

Já na classificação hierárquica descendente, foi realizada a separação dos termos com maior relevância, de todos os resumos, em duas partes: uma que compreende 72,8% e outra com 27,2%. A primeira parte é subdividida em três partes que compreendem 34,8%, 15,2% e 22,8%. Esses grupos e subgrupos são compostos pelos termos que possuem uma correlação dentro de um mesmo segmento de um texto (Figura 3).



Figura 3 – Análise da classificação hierárquica descendente produzida a partir dos resumos das publicações científicas pelo software Iramuteq® Version 0.7 alpha 2 . Classifica os segmentos do texto em função dos respectivos vocabulários e o conjunto deles é repartido com base na frequência das formas reduzidas e que apresentam vocabulários semelhantes entre si.

Com base nisso, pode-se observar que 34,8% dos termos utilizados nos trabalhos fazem menção a pesquisas acerca das características físico-químicas do óleo babaçu. Já 15,2% dizem respeito ao leite do babaçu e pesquisas que tem ele como cerne, assim como sua utilização no desenvolvimento de produtos alimentícios. Os 22,8% restantes abrangem termos históricos, regionais e sociais do babaçu. Em contrapartida, 27,2% dos termos analisados abrangem os subprodutos do babaçu de uma maneira geral, seguindo uma linha de produção e análise de alimentos.

Esses resultados indicam que a maioria dos trabalhos seguem a linha de produção e análise no setor alimentício. Entretanto, é possível observar uma variação para o setor farmacêutico, o que indica o crescimento, mesmo que lento, dessa área de pesquisa.

4 | CONCLUSÃO

Na avaliação bibliométrica conclui-se que a produção científica sobre a amêndoa do babaçu é centralizada no Brasil, sendo pulverizada em várias regiões, com destaque as instituições do Nordeste. Na análise dos autores e veículos de publicação observou-se uma fragmentação das publicações com poucos destaques, contudo verificou-se um aumento cronológico no interesse pelo assunto, predominando pesquisas na área de nutrição e alimentos, sendo o óleo o subproduto mais utilizado.

A análise de corpus textual demonstrou que os termos babaçu e óleo são predominantes nos resumos e dividem os trabalhos em dois grupos, sendo o óleo focado em termos relacionados a análises físico-químicas e babaçu englobando termos empregados nas demais áreas de pesquisa com a amêndoa. Desta forma, pode-se inferir que a pesquisa científica sobre a amêndoa do babaçu ainda encontra-se em estágios iniciais de desenvolvimento, sendo focada no óleo, havendo muito a ser explorado nos demais subprodutos.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, Monica. (2017). **Avaliação físico-química dos óleos de babaçu (*Orbignya speciosa*) e coco (*Cocos nucifera*) com elevado índice de acidez e dos ácidos graxos (C6 a C16)**. Scientia Plena. 13. 10.14808/sci.plena.2017.085301.

Almeida, Juliana Oliveira de. **Epidemia de zika vírus no Brasil em 2015: um retrato da desigualdade social**. 2020. 127 f., il. Dissertação (Mestrado em Política Social)—Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

Araújo Junior, M. E., Dmitruk, E. J., & Moura, J. C. C. (2014). **A Lei do Babaçu Livre: Uma estratégia para a regulamentação e a proteção da atividade das quebradeiras de coco no Estado do Maranhão**. *Sequência (Florianópolis)*, (68), 129-157. <https://doi.org/10.5007/12177-7055.2013v35n68p129>

Amaral Filho, Jair do. **A economia política do babaçu: um estudo da organização da extrato-indústria do babaçu no Maranhão e suas tendências**. São Luís, MA: Serviço de Imprensa e Obras Gráficas do Estado, 1989

Araujo, Janaíca. **Development of kefir in babassu coconut milk Desarrollo de kéfir en leche de coco babasú**. Research, Society and Development, Itajubá, Vol 9, No 11 (Año 2020). Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo3007029-desenvolvimento-de-kefir-em-leite-de-coco-baba%C3%A7u. Acesso em: 27/02/2022.

Batista, Clelma Pires et al. **Efeito do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização do estômago em ratos: estudo morfológico e tensiométrico**. Acta Cirúrgica Brasileira [online]. 2006, v. 21, suppl 3 [Acessado 20 Maio 2022], pp. 26-32. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-86502006000900005>>. Epub 02 Feb 2007. ISSN 1678-2674. <https://doi.org/10.1590/S0102-86502006000900005>.

Camargo, Brígido Vizeu; JUSTO, Ana Maria. **IRAMUTEQ: um software gratuito para análise de dados textuais. Temas psicol.**, Ribeirão Preto, v. 21, n. 2, p. 513-518, dez. 2013. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-389X2013000200016&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 09 ago. 2022. <http://dx.doi.org/10.9788/TP2013.2-16>.

Carneiro, Bruna Lorena Aguiar et al. **Estudo da estabilidade do extrato hidrossolúvel “leite” de babaçu (*Orbignya speciosa*) pasteurizado e armazenado sob refrigeração**. Revista Brasileira de Fruticultura [online]. 2014, v. 36, n. 1 [Acessado 31 Agosto 2022], pp. 232-236. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0100-2945-334/13>>. Epub 14 Ago 2014. ISSN 1806-9967. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-334/13>.

Cavalcante, João Roberto et al. **COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020**. Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília, v. 29, n. 4, e2020376, set. 2020. Disponível em <http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-49742020000400016&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 09 jul. 2022. Epub 05-Ago-2020. <http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742020000400010>.

Costa, Ana Karoline de Oliveira. **Aspectos físico-químicos e nutricionais da amêndoa e óleo de coco de babaçu (*Orbignya phalerata* Mart.) e avaliação sensorial de pães e biscoitos preparados com amêndoas**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

DOS SANTOS, I. B.; CASTRO GONDINHO, B. V. **Investimentos em pesquisa, inovação em saúde e tecnologia: revisão da literatura**. JMPHC | Journal of Management & Primary Health Care | ISSN 2179-6750, [S. l.], v. 11, 2019. DOI: 10.14295/jmphc.v11iSup.781. Disponível em: <https://www.jmphc.com.br/jmphc/article/view/781>. Acesso em: 5 out. 2022.

Filho, LB da R.et. al **Avaliação físico-química e microbiológica de azeites de coco babaçu, Piauí, Brasil. Piauí, Brasil. Revista Brasileira de Desenvolvimento**, [S. l.], v. 7, n. 2, pág. 15443-15453, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n2-254. Disponível em: <https://brazilianjournals.com/ojs/index.php/BRJD/article/view/24648>. Acesso em: 31 ago. 2022.

Frozza, Fábio. **Investimentos em pesquisa científica nas Universidades brasileiras: o caso da Universidade Federal de Santa Catarina**. 2021. Florianópolis. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em economia) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2021.

Gonzalez-Perez, Sol Elizabeth et al. **Conhecimento e usos do babaçu (*Attalea speciosa* Mart. e *Attalea eichleri* (Drude) A. J. Hend.) entre os Mebêngôkre-Kayapó da Terra Indígena Las Casas, estado do Pará, Brasil**. Acta Bot. Bras., Feira de Santana, v. 26, n. 2, p. 295-308, June 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062012000200007&lng=en&nrm=iso>. access on 03 Sept. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062012000200007>.

landaza, E. E. S. et al. (org.). **Quebradeiras de coco babaçu**. Brasília, DF: Universidade de Brasília, 2020. 24 p. (Série Cadernos Vivência Amazônica, v. 1. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/39331?locale=en>. Acesso em: 10 out. 2021.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira: 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. (Estudos e Pesquisas. Informação Demográfica e Socioeconômica, n. 37). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101459.pdf> Acesso em: 28 jul. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2016** Rio de Janeiro: IBGE, 2016. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/quadros/brasil/2016> Acesso em: 15 fev. 2018.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

Marziale, Maria Helena Palucci e Mendes, Isabel Amélia Costa. **O investimento em pesquisas na área da saúde: termos de referência para o desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro**. Revista Latino-Americana de Enfermagem [online]. 2006, v. 14, n. 2 [Acessado 9 Julho 2022], pp. 149-150. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-11692006000200001>>. Epub 08 Maio 2006. ISSN 1518-8345. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692006000200001>.

Naves, Maria Margareth Veloso. **Introdução à pesquisa e informação científica aplicada à nutrição**. Revista de Nutrição [online]. 1998, v. 11, n. 1 [Acessado 11 Julho 2022], pp. 15-36. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1415-52731998000100002>>. Epub 14 Mar 2011. ISSN 1678-9865. <https://doi.org/10.1590/S1415-52731998000100002>.

Neves, Josyanne Araújo et. al. **Avaliação da qualidade físico-química do óleo bruto da amêndoa de babaçu (*Orbignya spp*) [2013]**. Comunicata Scientiae. 2013, v 4, n. 2. Disponível em: <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2013208024>.

OECD (2022), **“Education Database: Graduates by field”**, *OECD Education Statistics (database)*, <https://doi.org/10.1787/70f3e843-en> (accessed on 13 julho 2022).

Paixão, L. C. (2021). **APLICAÇÕES FARMACÊUTICAS E BIOPRODUTOS DO BABAÇU (*Attalea speciosa Mart.ex Spreng*): REVISÃO**. *Revista De Ciências Da Saúde*, 21(2), 35–44. Recuperado de <https://periodicoseletronicos.ufma.br/index.php/rcisaude/article/view/11732>

Porro, Roberto, **A economia invisível do babaçu e sua importância para meios de vida em comunidades agroextrativistas**. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas [online]. 2019, v. 14, n. 1 [Acessado 20 Maio 2022], pp. 169-188. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981.81222019000100011>>. Epub 29 Abr 2019. ISSN 2178-2547. <https://doi.org/10.1590/1981.81222019000100011>.

PRITCHARD, Alan. **Statistical bibliography or bibliometrics?** Journal of Documentation (London) 25(4):348, 349, Dec. 1969.

Ricart, Airton et. al. **Caracterização físico-química do óleo de coco babaçu industrial e artesanal e suas aplicações tecnológicas**. Braz. J. of Develop., Curitiba, v. 6, n.5,p.25734-25748. may. 2020.

Santos, Vanessa Sardinha dos. **“Babaçu”**; *Brasil Escola*. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/biologia/babacu.htm>. Acesso em 17 de março de 2022.

Lemos, Rayssa Beatriz da Silva. **Quebradeiras de coco babaçu na Internet: a ação do MIQCB nas redes sociais digitais**. Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar v. 7, n. 2 - Alagoas - 2021.

Shiraishi Neto, Joaquim. **Leis do babaçu livre: práticas jurídicas das quebradeiras de coco babaçu e normas correlativas**. Manaus: UEA, 2006.

Sousa, Yuri Sá Oliveira et al. **O uso do software Iramuteq na análise de dados de entrevistas**. Pesqui. prá. psicossociais, São João del-Rei, v. 15, n. 2, p. 1-19, jun. 2020. Disponível em <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-89082020000200015&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 28 jun. 2022.

Souza, A. C. C. de; et. al. **MATERIAL DIDÁTICO VISUAL NO PROCESSO ENSINO/APRENDIZAGEM NAS TRÊS ETAPAS DE UMA PESQUISA CIENTÍFICA**. Ciclo Revista (ISSN 2526-8082), [S. l.], v. 1, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ifgoiano.edu.br/index.php/ciclo/article/view/293>. Acesso em: 13 jul. 2022.

Street, Brian. (2011). **Dimensões “escondidas” na escrita de artigos acadêmicos** - doi: 10.5007/2175-795X.2010v28n2p541. Perspectiva. 28. 10.5007/2175-795X.2010v28n2p541.

STUMPF, I. R. C. **Passado e futuro das revistas científicas. Ciência da Informação**, [S. l.], v. 25, n. 3, 1996. DOI: 10.18225/ci.inf.v25i3.637. Disponível em: <https://revista.ibict.br/ciinf/article/view/637>. Acesso em: 14 jul. 2022.

TACO. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO. Fase III e IV. Campinas – SP, 2003 - 2006.

Vale, Scheila Regina Gomes Alves. **Intervenção ergonômica nas situações de trabalho de quebradeiras de coco babaçu no estado do Maranhão.** 2020. 123 f. Tese (Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2020.

Veras, K. S. et al. **Aplicação do babaçu (*Attalea speciosa* Mart.) na indústria cosmética.** Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, São Paulo v.18, n.4, p.791-796, 2016.

Xavier, Maiara Pereira et al. **Análise bibliométrica da produção científica em contabilidade aplicada ao setor elétrico.** Revista de Contabilidade da UFBA, Salvador, v. 13, n. 2, p. 62-81, mai./ago. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/rc-ufba.v13i2.28904>. Disponível em: <https://portalseer.ufba.br/index.php/rcontabilidade/article/view/28904>. Acesso em: 27 jul. 2020.

SUPLEMENTOS ALIMENTARES MAIS COMERCIALIZADOS EM LOJA DE PRODUTOS NATURAIS EM MACEIÓ/AL

Data de submissão: 07/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Ana Luísa Barros Duarte da Costa

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

Jedimilson Mateus Santos Silva

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

Eliane Costa Souza

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/8850337692948178>

RESUMO: Existe um grande número de suplementos alimentares e o consumo no Brasil, têm crescido substancialmente, esses são utilizados por homens e mulheres adultos e idosos com diversas finalidades. O Objetivo desse estudo foi verificar quais os suplementos alimentares mais vendidos em uma loja de produtos naturais localizada em Maceió/AL. A loja foi selecionada porque é localizada em um bairro nobre na parte alta da cidade sendo bastante frequentada. A empresa forneceu um relatório com os dados referentes à quantidade mensal de suplementos alimentares em ordem decrescente filtrando o produto, independente da marca

comercial, que foram comercializados no período de janeiro a junho de 2022. O ponto de corte do ranque dos suplementos foi determinado considerando o valor mínimo de 500 unidades comercializadas no período estudado. O mais comercializado foi a barra de proteína com um total de 6.765 unidades e em último lugar o colágeno hidrolisado tipo II com 583 unidades. As barras de proteínas de janeiro a junho tiveram um crescimento de 17%. Conclui-se que os suplementos alimentares, que tem como base as proteínas, são os mais comercializados e que o cliente adquire para diversas finalidades como, aumento e manutenção da massa magra, melhor desempenho físico, prevenção de doenças cardiovasculares e ósseas, dentre outras.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho Físico Funcional. Promoção da Saúde Alimentar e Nutricional. Suplementos Nutricionais.

FOOD SUPPLEMENTS MOST MARKETED IN A NATURAL PRODUCT STORE IN MACEIÓ/AL

ABSTRACT: There is a large number of dietary supplements and consumption in Brazil has grown substantially, these are used by adult and elderly men and women

for various purposes. The aim of this study was to verify which food supplements were best-selling in a natural products store located in Maceió/AL. The store was selected because it is located in a noble neighborhood in the upper part of the city being frequented. The company provided a report with data regarding the monthly amount of food supplements in descending order filtering the product, regardless of trademark, which were marketed from January to June 2022. The cutoff point of the ranking of the supplements was determined considering the minimum value of 500 units sold in the period studied. The most commercialized was the protein bar with a total of 6,765 units and lastly the type II hydrolyzed collagen with 583 units. Protein bars from January to June had a growth of 17%. It is concluded that dietary supplements, which are based on proteins, are the most commercialized and that the client acquires for various purposes such as increased and maintained lean mass, better physical performance, prevention of cardiovascular and bone diseases, among others.

KEYWORDS: Physical Functional Performance. Food and Nutritional Health Promotion. Dietary Supplements.

INTRODUÇÃO

Uma alimentação saudável é um fator primordial para a saúde física e mental, garantindo mais saúde e uma melhor qualidade de vida para o ser humano. A suplementação alimentar chegou como uma opção para auxiliar alguns estágios fisiológicos e patológicos específicos. Sendo assim ela passou a ser cada vez mais consumida, pois pode ter uma grande utilidade para melhorar o aporte nutricional, manter ou aumentar os músculos e melhorar o próprio desempenho físico (HOHL, 2021).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) conceitua suplemento alimentar como um produto utilizado via oral, com formas farmacêuticas distintas, que tem o intuito de suplementar a alimentação da população saudável com nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos, isolados ou combinados (BRASIL, 2018).

Por outro lado, o Conselho Federal de Nutricionistas (CFN) conceitua os suplementos alimentares os que possuem em sua composição vitaminas, minerais, proteínas, aminoácidos, lipídeos, ácidos graxos, carboidratos e fibras, individualizados ou associados (CFN, Resolução nº 390, de 27 de outubro de 2006).

Quando se trata de formas farmacêuticas de suplementos alimentares, o mercado está mirando para várias possibilidades. Conseqüentemente, podem estar na forma sólida, semi-sólida ou líquida, por exemplo, na forma de cápsulas, comprimidos, líquidos, pós, bastões, géis, pastilhas, gomas de mascar e semelhantes (BRASIL, 2022).

Existem diversas maneiras de comprar suplementos alimentares no Brasil, pode-se encontra-los nas lojas e e-commerce especializados, farmácias/drogarias, lojas de produtos naturais ou distribuidores diretos (BRASNUTRI, 2017),

De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres, entre 2015 e 2021, foi registrado um aumento de 10% no consumo de suplementos alimentares no Brasil e em 2021, 59% dos lares tinham ao menos

uma pessoa utilizando esse tipo de produto (ABIAD, 2022).

Entre os vários tipos de suplementos alimentares, o consumo no território brasileiro, tem aumentado de forma exponencial, principalmente os que possuem base proteica, como exemplo pode-se citar as barras de proteínas e as bebidas lácteas com valores proteicos aumentados e vários outros (JANSEN, 2023).

O aumento de vendas, de suplementos a base de proteína, é mais recorrente entre frequentadores de academia, uma vez que para alcançarem mais rapidamente o desenvolvimento de massa magra esse indivíduos fazem uso desse tipo de suplementação, contudo, também é utilizado por indivíduos com mais de 65 anos, adolescentes, adultos e pessoas com necessidades nutricionais especiais, sendo, portanto oferecidos suplementos com diferentes objetivos (ALVES; LIMA, 2009).

Dessa forma, por existir diferentes finalidades para o uso desses suplementos, o presente estudo teve como objetivo verificar quais os suplementos alimentares mais vendidos em uma loja de produtos naturais localizada em Maceió/AL.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma Loja de produtos naturais na cidade de Maceió/Alagoas. Esta foi escolhida porque é uma das maiores e mais conhecidas e frequentada na cidade e também porque está localizada em um bairro que tem nos arredores varias academias e apenas mais duas lojas menores de produtos naturais como opção de compra pela comunidade.

Os pesquisadores foram até o estabelecimento escolhido e apresentaram o projeto de pesquisa aos responsáveis, onde os mesmos autorizaram a realização da pesquisa. Estes solicitaram um relatório ao setor de faturamento e compras com os dados referentes à quantidade mensal de suplementos alimentares em ordem decrescente filtrando o produto, independente da marca comercial, que foram comercializados no período de janeiro a junho de 2022.

O ponto de corte do ranque dos suplementos foi determinado considerando o valor mínimo de 500 unidades comercializadas no período estudado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela1, encontra-se em primeiro lugar, como o suplemento alimentar mais comercializado no período de 6 meses, as barras de proteínas que são vendidas em embalagens unitárias entre 20g a 100g com 6.765 unid., em segundo lugar os suplementos utilizados para pré-treino, sendo em sua grande maioria compostos de cafeína ou beta-alanina com 2.564 unid., em terceiro lugar a creatina monohidratada com 2.207 unid., em quarto lugar o whey protein com 1.914 unid., quinto e sexto lugar o ômega 3 e o colágeno hidrolisado tipo II com 793 unid. e 583 unid. respectivamente.

PRODUTOS Marcas Diversas	1º SEMESTRE/2022						
	JANEIRO (UNID.)	FEVEREIRO (UNID.)	MARÇO (UNID.)	ABRIL (UNID.)	MAIO (UNID.)	JUNHO (UNID.)	TOTAL (UNID.)
Barras de proteína	981	895	1.155	1.090	1.357	1.287	6.765
Pré-treino	474	410	520	473	389	298	2.564
Creatina Monohidratada	376	311	425	412	485	198	2.207
Whey Protein	333	312	377	310	287	295	1.914
Ômega 3	137	120	147	103	157	129	793
Colágeno tipo II	115	95	97	111	87	78	583

Tabela1. Resultado de vendas dos suplementos alimentares comercializados em uma loja de produtos naturais em Maceió-AL.

Fonte: dados da pesquisa

Tendo como base a designação da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), através da RDC N° 18 de 27 de abril de 2010, a qual refere-se a suplemento proteico como sendo um produto alimentício formulado para complementar as necessidades proteicas.

De acordo com Baú et al., (2010), a introdução de barras alimentícias no mercado tem sido cada vez mais notável, uma vez que a rotina alimentar de pessoas que, por inúmeros motivos, não conseguem alcançar suas necessidades nutricionais apenas com o consumo de alimentos rotineiros e busca por praticidade (BOSQUESI; CAMISA; SANTOS, 2016).

Provavelmente as barras de proteínas foram classificadas em 1º lugar em consequência da rotina de compromissos das pessoas sendo possível concluir que para uma maior adesão ao uso, o produto deve ser de fácil acesso e ingestão. Conseqüentemente, o desenvolvimento de suplementos em forma de barra de proteínas facilita o consumo, tornando-se um potencial atrativo para os consumidores.

Em uma pesquisa divulgada pela Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, quando os pesquisados responderam sobre o consumo dos suplementos e seus objetivos, observou-se que o maior consumo de suplementos (a base de proteínas e aminoácidos) está diretamente relacionado com o objetivo de hipertrofia muscular (BRITO; LIBERALI, 2012).

Como foi relatado na Tabela 1. O segundo suplemento alimentar mais vendidos comercialmente foram os pré-treinos, que são elaborados ou isoladamente ou por uma

mistura de vários compostos em um só produto, como a cafeína, creatina, taurina, arginina, B-alanina, entre outros (GOMES et. al., 2014).

Como seu próprio nome já diz, o pré-treino é um suplemento nutricional que deve ser consumido antes do treino, tendo como um dos principais resultados da sua utilização, o aceleração do metabolismo e consequentemente influenciando no auxílio da queima de gordura e aumento de energia (MACHADO, 2015).

Em relação ao pré-treino com cafeína como recurso ergogênico, segundo Da Mata, Fialho e Setaro (2020), é necessário ingerir o produto de 30 a 120 minutos antes da prática de atividade física, para melhorar o desempenho físico, o estado de alerta e a capacidade de realizar determinadas tarefas (SÁ; FAVARO; SOUZA, 2019).

A beta-alanina pode ser utilizada na composição de alguns pré-treino e até mesmo utilizada de forma isolada, sua suplementação pode contribuir para melhorar a tolerância do esforço físico e melhora do desempenho durante exercícios de longa duração, com a utilização de doses de 3,2 a 6,4g/dia por no mínimo 2 a 4 semanas. (ZANDONÁ, 2018)

A Creatina é um suplemento alimentar que ficou na presente pesquisa em 3º lugar de vendas. A creatina é bastante comercializada pelos atletas e desportistas, porém apesar de tradicionalmente os estudos terem focado no seu potencial para melhorar funções musculares durante exercícios de grande intensidade, existem indícios do seu potencial terapêutico em uma diversidade de condições como a sarcopenia relacionada ao envelhecimento, doenças neurodegenerativas como a atrofia muscular, doença de Parkinson e doença de Huntington (DOLAN; GUALANO; RAWSON, 2019).

Abordagens nutricionais que visam reduzir a perda de massa muscular, massa óssea e força em idosos são cruciais. Nessa situação, a suplementação de creatina se comporta como um valioso aliado ao trazer benefícios terapêuticos e auxiliar na minimização dos efeitos do processo de envelhecimento, bem como favorecer a melhora da qualidade de vida dessas pessoas (PINTO et al., 2016).

Bertulucci et al. (2010) em São Paulo, com 10,0% da amostra entre os usuários de SA. Esta suplementação pode aumentar os estoques de creatina fosfato, o que, rapidamente, regeneraria o trifosfato adenosina, e com isso, em exercícios intensos de curta duração, contribuiria para reduzir o tempo de recuperação e aumentar a intensidade do treinamento, além de contribuir para o aumento de força e massa magra (CORRÊA; LOPES, 2014).

Dentre os suplementos mais comercializados podemos destacar em 4º lugar o Whey Protein ou proteína do soro do leite, muito usada no pós-treino, pois tem uma rápida absorção e digestão intestinal, o que proporciona elevação da concentração de aminoácidos no plasma, que por sua vez estimula a síntese proteica nos tecidos (CARRILHO, 2013).

Em relação aos tipos de suplementos consumidos pelos alunos que praticam musculação na academia, o produto campeão na preferência de consumo é o Whey Protein, por auxiliar no ganho de massa muscular sem engordar e ajudar na recuperação

muscular pós-treino (GOMES et al., 2017).

Assemelhando-se com a presente pesquisa, em um estudo desenvolvido por Andrade et al. (2012) o suplemento mais consumido entre os indivíduos frequentadores de academia foi o whey protein (53,8%), seguido de termogênicos (25%) e de creatina (21,2%).

Em 5º lugar encontramos o ômega-3, sendo um ácido graxo poli-insaturado e tem como principal benefício melhorar do sistema cardiovascular. A suplementação de ômega-3 relacionado com uma alimentação saudável e a prática de atividade física, conseguem diminuir a possibilidade de desenvolver doenças cardiovasculares. (LETRO et. al., 2021)

O colágeno tipo II foi o último suplemento da lista de mais vendidos, mas ainda assim é muito procurado por pessoas que buscam tratamento de doenças que atingem as articulações. A utilização desse suplemento apresenta efeito protetor na cartilagem articular e melhora de quadro de dores. (PORFÍRIO et, al., 2016).

Verifica-se na Figura 1 que com exceção das barras de proteínas e da creatina monohidratada todos os outros suplementos alimentares mantiveram-se com vendas estáveis, sem diferenças significativas, porém as barras de proteínas cresceram exponencialmente em 17% de janeiro a junho 2023.

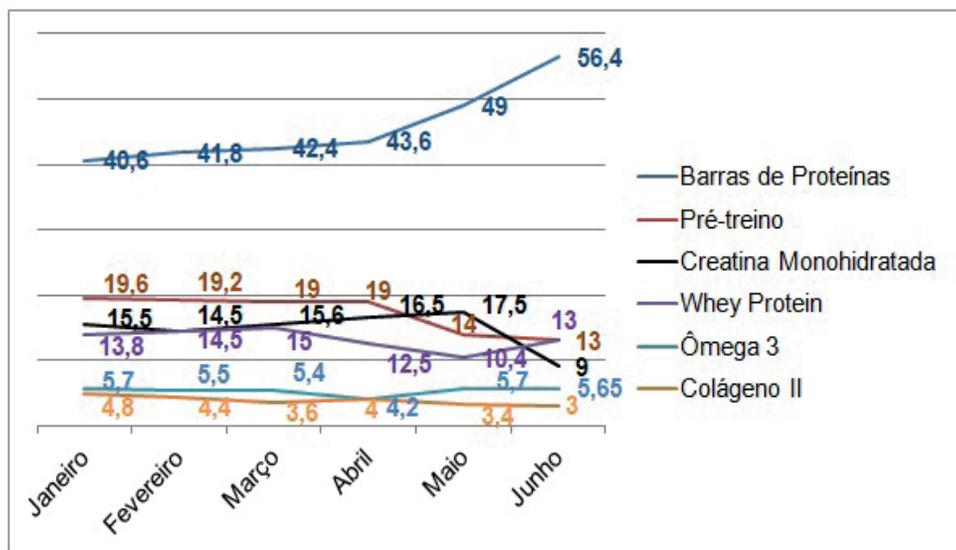


Figura 1. Percentual do crescimento de vendas dos suplementos alimentares durante o período de janeiro a junho de 2022.

Fonte: dados da pesquisa

Foi observado na Figura 1 que durante o mês de junho aconteceu uma queda considerável da comercialização da creatina monohidratada, passando de 17,5% para 9%

esse fato se deve provavelmente porque com o aumento da demanda, a oferta do mercado não conseguiu acompanhar e nesse período ocorreu falta de insumos para produção deste suplemento. O resultado foi a falta dos produtos nas prateleiras e aumento dos preços. Alguns comunicados que partiram das indústrias chegaram até os revendedores, informando a falta de produtos e embalagens (DIÁRIO DO NORDESTE, 2022).

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados, conclui-se que os suplementos alimentares, que tem como base as proteínas, são os mais comercializados. De acordo com o volume de vendas, os suplementos alimentares foram classificados do primeiro ao sexto lugar da seguinte forma: barras de proteínas, pré- treinos, creatina monohidratada, whey protein, ômega 3 e o colágeno tipo II, onde se verifica portanto que os clientes procuram produtos com diferentes finalidades, para aumento e manutenção da massa magra, melhor desempenho físico, prevenção de doenças cardiovasculares e ósseas, entre outras.

REFERÊNCIAS

- ABIAD. Associação Brasileira da Indústria de Alimentos para Fins Especiais e Congêneres. Pesquisa de Mercado – **Suplementos Alimentares**. Toledo e Associados. 2022. Disponível: <https://abiad.org.br/pesquisa-de-mercado-suplementos-alimentares/>. Acesso: 21 de janeiro 2023.
- ALVES, C.; LIMA, R. V. Uso de Suplementos Alimentares por Adolescentes. **Jornal de Pediatria**. v, 85, n.º. 4, p. 287-294, 2009.
- ANDRADE, L. A. et al. Consumo de suplementos alimentares por clientes de uma clínica de nutrição esportiva de São Paulo **R. bras. Ci. e Mov**, v. 20, n. 3, p. 27-36. 2012.
- BRITO. D. S.; LIBERALI. R. Perfil do consumo de suplemento nutricional por praticantes de exercício físico nas academias da cidade de Vitória da Conquista - Bahia, **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo. v. 6. n. 31. p. 66-75. Janeiro/Fevereiro. 2012.
- BAÚ, T. R.; CUNHA, M. A. A.; CELLA, S. M.; OLIVEIRA, A. L. J.; ANDRADE, J. T. Barra Alimentício com Elevado Valor Proteico: Formulação, Caracterização e Avaliação Sensorial. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. v. 4, n.1, p. 42-51, 2010.
- BERTULUCCI, K. N. B. et al. Consumo de suplementos alimentares por praticantes de atividade física em academias de ginástica em São Paulo. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo. v. 4. n. 20. p. 165-172. Março/Abril. 2010.
- BOSQUESI, R. M.; CAMISA, J.; SANTOS, F. C. Avaliação dos Teores de Lipídios e Proteínas em Barras Proteicas. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo. v.10, n. 55, p. 24-30, 2016.
- BRASIL. ANVISA, RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA. RDC Nº 18, de 27 de abril de 2010. **Alimentos para atletas**. Disponível em: https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2010/res0018_27_04_2010.html. Acesso em: 05 de abril de 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2018). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 243, de 26 de julho de 2018. **Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília. DF.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. (2022). **Perguntas e respostas: Suplementos alimentares.** Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/ptbr/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas/suplementos-alimentares.pdf/view>. Acesso em: 25 jan. 2023.

BRASNUTRI. **Panorama do Setor.** 2017. Disponível em: http://www.brasnutri.org.br/arquivos/numeros_setor/2017_atualizado.pdf>. Acesso em: 07 out. 2022.

CARRILHO, L. H. Benefícios da utilização da proteína do soro de leite whey protein. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo. v. 7. n. 40. p.195-203. Jul/Ago. 2013

CORREA, D. A.; LOPES, C. R. Efeitos da suplementação de creatina no treinamento de força. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 8, n. 45, p.180-186, Mai./Jun. 2014.

DA MATA, V.; FIALHO, R. A.; SETARO, L. Suplementação de Cafeína em Exercícios Anaeróbios. **Advances in Nutritional Sciences.** São Paulo, v. 1, n. 1, p. 73-79, ago./set. 2020.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Suplementos alimentares estão mais caros; entenda os motivos.** Diário do Nordeste, Ceará, 15 de Maio de 2022. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/suplementos-alimentares-estao-mais-caros-entenda-os-motivos-1.3226728>. Acesso: 21 de dezembro de 2022.

DOLAN, E.; GUALANO, B.; RAWSON, E. Além do músculo: os efeitos da suplementação de creatina na creatina cerebral, processamento cognitivo e lesão cerebral traumática. **EUR. J. Sport Sci.** v. 19, p. 1–14. 2019.

PORFÍRIO, E et al., Suplementação com colágeno como terapia complementar na prevenção e tratamento de osteoporose e osteoartrite: uma revisão sistemática. **Revista brasileira geriatria e gerontologia.** p. 153-164. 2016.

GOMES, A. M. et al. Consumo de suplementos alimentares por praticantes de exercício físico nas academias da cidade de Vitória da Conquista - Bahia, **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo. v. 6. n. 31. p. 66-75. Jan/Fev. 2012.

GOMES, C. B. V et. al. Uso de Suplementos Termogênicos à Base de Cafeína e Fatores Associados a Qualidade de Vida Relacionada à Saúde em Praticantes de Atividade Física. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.** São Paulo, v. 8, n. 49, p. 695-704, set./out. 2014.

GOMES, A, M et al. Consumo de suplementos alimentares por praticantes de atividades físicas de uma academia de Cananéia – SP. **Revista Saúde em Foco** - Edição nº 9, 2017.

HOHL, A. **Suplementos, exercícios e esportes: uma visão endocrinológica.** Sociedade Brasileira de Endocrinologia e Metabologia. 2ª ed. São Paulo: Ed. Clannad, 2021.

JANSEN, R. Consumo de suplementação proteica se expande para além das academias. **Metrópole**, São Paulo, 08 jan. 2023. Seção Saúde. Disponível em: <https://abiad.org.br/consumo-de-suplementacao-proteica-se-expande-para-alem-das-academias/>. Acesso em: 25 jan. 2023.

LETRO, C. B. et al., Ômega-3 e doenças cardiovasculares: uma revisão à luz das atuais recomendações. **Revista Eletrônica Acervo Científico**, v. 26, p. 1-6, 23 maio 2021.

MACHADO, V. H. S. Avaliação da Adequação da Rotulagem de Suplementos Pré-Treino para Atletas. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Bacharelado em Nutrição) – Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PINTO, E, P. et al. Dependência funcional e fatores associados em idosos corresidentes. **Cad. Saúde Colet.**, Rio de Janeiro, v. 24, n.4, p. 404-412, 2016.

Resolução CFN nº 390, de 27 de outubro de 2006, do Conselho Federal de Nutrição. Publicada Diário Oficial da República Federativa do Brasil. nº 223, 22 de novembro de 2006, seção 1, páginas 104 e 105. Disponível em: http://www.crn3.org.br/uploads/repositorio/2018_10_24/Res_390_2006.pdf. Acesso em: 29 jun. 2022.

SÁ, C. C.; FAVARO, E. T.; DE SOUZA, T. M.. Análise comparativa entre o teor de cafeína informado no rótulo de suplementos para atletas e o quantificado por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **Revista de Trabalhos Acadêmicos da FAM. Americana**, v. 4, n. 1, p. 81, jun./jul. 2019.

ZANDONÁ, B. A. et al. Efeito da suplementação de beta-alanina no desempenho: uma revisão crítica. **RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 12, n. 69, p. 116-124, 6 fev. 2018.

DIETAS ENTERAIS ESPECIALIZADAS PARA CONTROLE GLICÊMICO DISPONÍVEIS NO MERCADO/ RECOMENDAÇÕES NUTRICIONAIS

Data de aceite: 03/04/2023

Nathalie Maria Figueiredo

CESMAC
Maceió – AL

Ydallina Jully Gomes da Silva

CESMAC
Maceió – AL

Júlia Mártires Batista dos Santos

CESMAC
Maceió – AL

Letícia Rayane Bomfim da Silva

CESMAC
Maceió – AL

Marcia Fidelix

CESMAC
Maceió – AL

RESUMO: O presente artigo visa observar o índice glicêmico e custo benefício das dietas enterais líquidas e em pó especializadas para pacientes com Diabetes Mellitus, com o intuito de manter ou recuperar o estado nutricional, utilizando indicadores nutricionais subjetivos e objetivos, com base em protocolo preestabelecido pela Sociedade Brasileira de Diabetes, de forma a constatar o risco ou a deficiência nutricional

e estimar, quantitativa e qualitativamente, as necessidades de nutrientes para ofertar energia, fluidos e nutrientes em quantidades suficientes para manter as funções vitais e a homeostase, garantir as ofertas proteica e energética apropriadas para minimizar o catabolismo proteico e a perda nitrogenada do mesmo.

PALAVRAS-CHAVE: Dieta enteral, diabetes mellitus, índice glicêmico.

SPECIALIZED ENTERAL DIETS FOR GLYCEMIC CONTROL AVAILABLE ON THE MARKET / NUTRITIONAL RECOMMENDATIONS

ABSTRACT: This article aims to observe the glycemic index and cost benefit of specialized liquid and powdered enteral diets for patients with Diabetes Mellitus, with the aim of maintaining or recovering the nutritional status, using subjective and objective nutritional indicators, based on a protocol pre-established by the Society Brasileira de Diabetes, in order to verify the risk or nutritional deficiency and estimate, quantitatively and qualitatively, the nutrient needs to provide energy, fluids and nutrients in sufficient quantities to maintain vital functions and homeostasis, guarantee

protein and energy supplies appropriate to minimize protein catabolism and its nitrogen loss.

KEYWORDS: Enteral diet, diabetes mellitus, glycemic index.

1 | INTRODUÇÃO

A partição do diabetes mellitus aprova o tratamento correto e a identificação de estratégias de rastreamentos de comorbidades e complicações crônicas. A Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) indica a classificação fundamentada na etiopatogenia do diabetes, que entende o Diabetes tipo 1 (DM1), o diabetes tipo 2 (DM2), o diabetes gestacional (DMG) e os outros tipos de diabetes (SBD, 2021).

A mais comum entre crianças e adolescentes é a Diabetes Mellitus tipo 1. Ela apresentando deficiência grave de insulina por causa da destruição das células B, que são associadas à autoimunidade. Sua manifestação clínica é repentina, com predisposição à cetose e cetoacidose, juntamente sendo necessária a insulinoterapia desde o diagnóstico. O tipo mais prevalente é o DM2. Está assiduamente ligado à obesidade e ao envelhecimento. Tem o início enganoso e é descrito por resistência à insulina e deficiência parcial de secreção de insulina pelas células B pancreáticas, além de alterar as secreções de incretinas. Mostra frequentemente características clínicas ligadas à resistência à insulina, como acantose nigricans e hiperglicemia (SBD, 2021).

O diabetes mellitus é uma doença crônica que acomete cerca de 3% da população mundial, com perspectiva de aumento até 2030, com predominância autorreferida de 6,2%, somente no Brasil, segundo a Pesquisa Nacional de Saúde de 2013. E tem sua preponderância aumentada dado o envelhecimento populacional. Em 2015, a Federação Internacional de Diabetes (IDF, em inglês) calculou que um em cada 11 adultos entre 20 e 79 anos tinha diabetes tipo 2. O diabetes mellitus ocupa a nona posição entre as doenças que causam perda de anos de vida saudável e dentre as suas principais complicações, as de maiores relevância são a neuropatia, retinopatia, cegueira, pé diabético, amputações e nefropatia (MUZY et al., 2021).

De acordo com a Diretriz BRASPEN de Terapia Nutricional no Diabetes Mellitus, a alimentação é um dos maiores desafios. Não existe um único exemplo ideal de alimentação, o plano alimentar deve ser distinto, dando importância aos fatores socioeconômicos, os hábitos alimentares e hábitos culturais, dessa forma, é essencial ressaltar a importância da TN no gerenciamento do DM. Diante de todo esse contexto, a terapia nutricional enteral é de extrema cotação no controle dessa doença, visto que o controle glicêmico adequado pode reduzir o risco de complicações agudas e crônicas do DM e melhorar os desfechos a longo prazo, sendo TN uma alternativa que impacta de maneira significativa no controle glicêmico, podendo diminuir de 0,3% a 2% do valor sérico da hemoglobina glicada (A1c) (CAMPOS et al., 2020).

Na TNO não existe distribuição ideal de macronutrientes para indivíduos com DM. Os

planos alimentares devem ser individualizados, considerando sempre as metas metabólicas e nutricionais. O nutricionista é o responsável em fazer a avaliação e diagnóstico do estado nutricional, determinando o risco nutricional e quantificando a ingestão VO para comparar ao que é recomendado. Identificada a necessidade de uma TN, a melhor via de alimentação é a oral, que deve ser, sempre que possível, preservada, pois previne a perda de peso e atua no controle e tratamento do hipermetabolismo e do quadro inflamatório (CAMPOS et al., 2020).

A TNE deve ser implementada quando a alimentação do paciente por via oral é contraindicada ou insuficiente por 3 a 7 dias e (considera-se suficiente em torno de 70% das necessidades nutricionais, mesmo com a utilização de suplemento oral) com trato gastrointestinal funcionando, pois assim, ela contribui para a integridade da mucosa intestinal, para a modulação do sistema imunológico, e auxiliando para a redução do catabolismo associado à resposta metabólica ao estresse e pode atenuar a gravidade da doença crítica (CAMPOS et al., 2020).

A ingestão alimentar é considerada adequada quando é em torno de 70% das necessidades nutricionais. É de suma importância que essas necessidades nutricionais sejam individualizadas, de modo a evitar hiperalimentação, que pode contribuir para um quadro de hiperglicemia (CAMPOS et al., 2020).

A *American Diabetes Association* refere que “as fórmulas especializadas para DM parecem ser superiores às fórmulas padrão no controle da glicose pós-prandial, HbA1C e resposta à insulina” (CAMPOS et al., 2020).

Considerando as Diretrizes Brasileiras de Terapia Nutricional (DITEN), “a hiperglicemia deve ser controlada com ajuste da oferta de carboidratos e uso de fórmulas especializadas”. Pacientes com diabetes mellitus podem fazer uso de fórmulas enterais padrão, mas que forneçam em torno de 50% do valor energético total na forma de carboidratos, que sejam poliméricas de preferência e infundidas de maneira contínua e lenta, com o intuito de evitar o fornecimento excessivo de glicose (CAMPOS et al., 2020).

As fórmulas especializadas para controle glicêmico (tanto na apresentação de dieta enteral como de suplemento oral) tem o objetivo de reduzir a variabilidade glicêmica. Sua formulação possui maior quantidade de fibras e de gorduras totais e/ou ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs), possui também menor teor de carboidratos e esses carboidratos com baixo IG, que atenuam a resposta hiperglicêmica pós-prandial, em geral mesclas de maltodextrina modificada, polióis e dissacarídeos, como a isomaltulose (CAMPOS et al., 2020).

As revisões sistemáticas conduzidas até o presente momento em pacientes não críticos, mostra que o uso de fórmulas específicas para controle glicêmico apresentou melhora no controle glicêmico (em curto e longo prazo) em comparação às fórmulas padrões (CAMPOS et al., 2020).

Portanto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar as dietas enterais especializadas

para controle glicêmico e/ou Diabetes Mellitus disponíveis no mercado, com o intuito de observar se as mesmas atendem as recomendações nutricionais das diretrizes vigentes, levando em consideração seu custo-benefício.

2 | METODOLOGIA

Este estudo baseou-se em uma pesquisa de caráter exploratório, através da plataforma online (Google) e de visitas de lojas físicas na cidade de Maceió - AL voltadas para vendas de suplementos e dietas enterais em líquido ou em pó, fazendo análises nos rótulos em relação as recomendações de macronutrientes e fibras, de acordo com a BRASPEN e seu custo-benefício.

Foram criadas duas tabelas para dietas líquidas e em pó, com o intuito de verificar se essas dietas enterais que estão disponíveis no mercado atendem as recomendações baseadas nas diretrizes atualizadas em diabetes (CAMPOS et al., 2020). Cada tabela possui valores de carboidratos, proteínas, lipídios e fibras, além do seu custo-benefício. Foi estabelecido um padrão de porcentagem com o intuito de facilitar a análise das tabelas nutricionais para todos os macronutrientes, enquanto as fibras foram analisadas em gramas.

Com relação aos cálculos, os valores obtidos foram encontrados por meio da multiplicação de carboidratos e proteínas por quatro quilocalorias, enquanto gorduras totais por nove quilocalorias. Após essa etapa, foram somados todos esses valores e como resultado obteve-se as quilocalorias de cada dieta, em seguida realizou-se regra de três para cada um desses macronutrientes, colocando as quilocalorias gerais estando para cem por cento, enquanto as quilocalorias de cada um desses macronutrientes de maneira separada estando para X, logo depois foi obtido a porcentagem de cada um deles (Quadro 1).

Logo depois, com cada valor estabelecido nas tabelas iniciou-se as comparações das fórmulas.

%Carboidratos	45-60
%Proteínas	15-20
%Lipídios	25-30
%Gordura Monoinsaturada	<20
Fibras	28-38g

Quadro 1 – Recomendações da ingestão diária

Fonte: Diretriz BRASPEN de Terapia Nutricional no Diabetes Mellitus, 2020.

3 | RESULTADOS

3.1 Dietas Líquidas

A Dieta Líquida para a TNE possui todos os nutrientes necessários, a mesma já vem pronta para administração. Porém, o custo é relativamente mais elevado, existe a necessidade de espaço para estocagem, é encontrada apenas em lojas especializadas, oferece menor liberdade ao paciente, maior risco de obstrução da sonda e custo eminente, como mostra o Quadro 2.

Crítérios	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4	Dieta 5	Dieta 6
Carboidratos%	33 %	48%	40%	38,9%	34%	44,4%
Proteínas %	17%	16%	17,6%	15,4%	17,5%	17,3%
Gorduras totais%	49%	32%	42,3%	45,5%	48,3%	38,1%
AGM%	38%	20%	25%	28%	25%	-
AGP%	6,4%	6,5%	9%	5,4%	12%	-
Fibras (g)	14 g	21 g	15 g	16 g	15 g	15 g
Custo por 1 L (R\$)	95,49	84,55	40,57	36,00	40,00	45,00

Quadro 2 – Características das dietas líquidas.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

3.2 Dietas em Pó

A Dieta em Pó permite personalização da fórmula, reduz a manipulação quando comparadas com dietas artesanais, provê maior estabilidade microbiológica e gramatológica, supre micronutrientes adequados, facilita armazenamento devido ao pequeno volume, facilita diluição que é fornecida pelo fabricante, é possível diluir ou concentrar a fórmula conforme necessidade e valor coerente. Porém, requer maior manipulação que dietas industrializadas líquidas, exige maior tempo de preparo, apresenta maior operacional e necessita de área de preparo, os detalhes podem ser vistos no Quadro 3.

Crítérios	Dieta 7	Dieta 8	Dieta 9
Carboidratos%	34,7%	48%	53%
Proteínas %	14,9%	19%	22%
Gorduras totais%	50,3%	19,85%	23,9%
Gordura Saturada%	-	2,5%	4,2%
AGM%	-	-	-
AGP%	-	-	-
Fibras (g)	12,3 g	14 g	29,4 g
Custo por 1 L	R\$ 154,00	R\$ 129,99	R\$ 116,99

Quadro 3 – Características das dietas em pó.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Com base nos dados coletados das dietas enterais disponíveis no mercado, foi possível avaliar se as mesmas estão de acordo com as recomendações presentes na Diretriz BRASPEN de Terapia Nutricional no Diabetes Mellitus (CAMPOS et al., 2020). Em relação ao carboidrato, foi visto que apenas a dieta 2 líquida e a dieta 8 e 9 em pó atenderam a recomendação (45 - 60%), visto que é de extrema importância não apenas a quantidade a ser consumida, como também a qualidade, pois é decisivo para o controle glicêmico, evitando complicações.

Seguindo as recomendações de proteínas (15 – 20%) todas as dietas atenderam os níveis indicados, e apenas a dieta 9 está acima do recomendável. Este macronutriente tem a função de manter a massa corpórea e promove substrato para a síntese proteica que atua em resposta as alterações neuro-hormonais do processo inflamatório. A dieta hiper proteica está relacionada com o aumento da saciedade e do gasto energético total, contribuindo para o controle metabólico do diabetes mellitus.

Com base no que é proposto na diretriz sobre os lipídios (25 - 30%), apenas as dietas 8 e 9 em pó estavam abaixo do recomendável, enquanto as demais estavam acima das recomendações. Diante disso, ressaltamos a importância do lipídeo na alimentação, visto que o mesmo funciona como a nossa segunda reserva de energia, isolante térmico, no transporte de ácidos graxos, é componente das membranas celulares, transporte de nutrientes e vitaminas lipossolúveis, isolante que permite a condução do impulso nervoso, protege contra impactos, precursor de hormônios, melhora sabor e textura de alimentos.

Em relação a gordura monoinsaturada, apenas a dieta 2 líquida atende a recomendação (<20%), enquanto as demais excedem o limite. Esse ácido graxo tem sua relevância no diabetes devido a diminuição da resistência à insulina, aumentando sua sensibilidade pois melhora a fluidez da membrana celular, ou seja, a entrada da glicose dentro da célula por meio da insulina.

De acordo com a gramatura supracitada das fibras dietéticas, apenas a dieta 9 em pó atende as recomendações. Tendo como função indispensável a redução do índice glicêmico, e assim, auxilia no controle dessa patologia.

4 | CONCLUSÃO

Conclui-se que diante das dietas disponíveis no mercado apresentadas acima em sua maioria não atendem as recomendações, mas foi observado que a dieta 9 é a que mais se aproxima do que é recomendado pela Diretriz da Sociedade Brasileira de Diabetes de 2020, além disso, tem um ótimo custo. Já a dieta 7 foi a que menos atendeu as recomendações e aliado a isso ainda possui o maior custo. Portanto, o diabetes mellitus é uma doença crônica de acometimento populacional em crescimento, que associa diversas complicações decorrentes ao descontrole glicêmico, entre elas: neuropatia, retinopatia, nefropatia e pé diabético.

No DM não existe um estilo alimentar padronizado, sendo um dos principais desafios para os diabéticos, visto que os maus hábitos alimentares estão enraizados na sua maioria, levando em consideração também os hábitos culturais e socioeconômicos. Porém é de suma importância o controle glicêmico para evitar futuras complicações de curto e longo prazo, a mudança alimentar e a TNE são alternativas viáveis para o balanceamento glicídico.

REFERÊNCIAS

MUZY, J. et al. Prevalência de diabetes mellitus e suas complicações e caracterização das lacunas na atenção à saúde a partir da triangulação de pesquisas. **Cad saúde pública**, v. 37, n. 5, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/0102-311X00076120> > Acesso em: 27 fev. 2023.

CAMPOS, L. F. et al. Diretriz BRASPEN de Terapia Nutricional no Diabetes Mellitus. **BRASPEN J.**, v. 35, Supl.4, p. 1, 2020. Disponível em: DOI: 10.37111/braspenj.diretrizDM2020

SBD. Sociedade Brasileira de Diabetes. **Diabetes**. 2021. Disponível em: < Home - Sociedade Brasileira de Diabetes >> Acesso em: 27 fev. 2023.

AVALIAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS DE HIGIENE DOS MANIPULADORES DE ALIMENTOS DE SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO NA CIDADE DE MACEIÓ – AL

Data de submissão: 01/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Liliane Acioly de Moura

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4215479127584010>

Hugo Ferreira Cândido Accioly

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/6614955878996261>

Eliane Costa Souza

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/8850337692948178>

RESUMO: Todos os estabelecimentos em que há fornecimento de refeições prontas para o consumo podem se caracterizar como Serviços de Alimentação e Nutrição (SAN). Todo pessoa que entra em contato com a elaboração de preparações alimentares é denominado de manipulador de alimento. Os cuidados higiênicos do manipulador e dos alimentos são extremamente importantes para evitar a ocorrência de doenças transmitidas por alimentos (DTAs). Estas são causadas por perigos físicos, químicos e principalmente biológicos presentes em alimentos ou água contaminados. O objetivo desta pesquisa foi avaliar as condições de

boas práticas de higiene dos manipuladores de alimentos em diversos Serviços de Alimentação localizados em Maceió-Alagoas. O instrumento de avaliação foi um check list contendo 7 itens relacionados as Boas práticas de higiene. Foi aplicado em 08 serviços de alimentação. Dos 08 estabelecimentos apenas um foi classificado com alto índice de contaminação. O item higienização das mãos conforme procedimento e com frequência adequada foi 100% não conforme em todos os Serviços de Alimentação. O estudo permite concluir que os manipuladores de alimentos, em sua maioria, seguem as Boas práticas de higiene, porém ainda existem falhas. Desse modo, uma maneira de melhorar os resultados de adequação seria capacitação e fiscalização frequente para os manipuladores visto que esses são a principal fonte de contaminação dos alimentos.

PALAVRAS-CHAVE: Boas Práticas de Manipulação. Contaminação de Alimentos. Higiene Pessoal.

EVALUATION OF GOOD HYGIENE PRACTICES OF FOOD HANDLERS OF FOOD SERVICES IN THE CITY OF MACEIÓ - AL

ABSTRACT: All establishments in which ready-to-eat meals are provided can be characterized as Food and Nutrition Services (SAN). Every person who comes into contact with the preparation of food preparations is called a food handler. Hygienic care of the handler and food is extremely important to prevent the occurrence of foodborne diseases (DTAs). These are caused by physical, chemical and mainly biological hazards present in contaminated food or water. The objective of this research was to evaluate the conditions of good hygiene practices of food handlers in several Food Services located in Maceió-Alagoas. The evaluation instrument was a check list containing 7 items related to Good Hygiene Practices. It was applied in 08 food services. Of the 08 establishments, only one was classified with a high rate of contamination. The item hand hygiene according to procedure and with adequate frequency was 100% non-compliant in all Food Services. The study allows us to conclude that the majority of food handlers follow good hygiene practices, but there are still flaws. Thus, one way to improve adequacy results would be training and frequent supervision for handlers since these are the main source of food contamination.

KEYWORDS: Good Manipulation Practices. Food Contamination. Personal Hygiene.

INTRODUÇÃO

Um Serviço de alimentação é um local onde ocorre a preparação e distribuição de refeições prontas para o consumo, estas podem ser unidades assistenciais de saúde, cantinas, cozinhas industriais, cozinhas institucionais, lanchonetes, padarias, restaurantes entre outros (BRASIL, 2004).

Onde se prepara refeições prontas para o consumo como os Serviços de alimentação obrigatoriamente necessitam implantar normas de higiene em toda a cadeia de produção das preparações alimentícias para que não ocorra contaminação física, química e microbiológica para não desencadear surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) (ALVES; ANDRADE; GUIMARÃES, 2008).

As DTAs são causadas pela ingestão de alimentos contaminados com perigos físicos, químicos e biológicos. A patologia de origem alimentar chega a ser quantificada em aproximadamente 250 tipos, sendo, portanto um sério problema de saúde pública tornando o gasto econômico da saúde publica bastante expressivo (OLIVEIRA et al., 2018).

Os micro-organismos são os principais causadores de surtos de DTA. Fatores como temperatura de conservação inadequada, baixas condições de higiene durante o preparo e o uso de alimentos de origem duvidosa são fundamentais para que o alimento torne-se impróprio para o consumo (AMSON; HARACEMIV; MASSON, 2006).

Estudos na área de alimentação apontam o manipulador de alimentos como uma variável importante da cadeia produtiva que necessita de controle, pois ele pode interferir diretamente na qualidade sanitária do produto final. Os manipuladores de alimentos podem ser portadores de vários micro-organismos que podem contaminar os alimentos e causar

doenças aos consumidores (AKUTSU, 2005).

Esses micro-organismos estão presentes nas roupas e em diversas partes do corpo, mesmo quando o manipulador não apresenta sintomas de enfermidade. Assim, a higiene pessoal e os comportamentos assumidos durante a manipulação dos alimentos devem ser frequentemente supervisionados e abordados em capacitações para manipuladores de alimentos (PANZA; SPONHOLZ, 2008).

Devido à escassez de pesquisas que avaliem unicamente as condições de higiene dos manipuladores de alimentos, o objetivo desta pesquisa foi avaliar as condições de boas práticas de higiene dos manipuladores de alimentos em diversos Serviços de Alimentação localizados em Maceió-Alagoas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo descritivo observacional. Foi realizado durante o mês de abril de 2022 em oito Serviços de Alimentação, ao quais foram indetificados com as letras do alfabeto como descritos a seguir: Instituição de Longa Permanência para Idosos (A), Hospital Privado (B), Unidade Hoteleira (C) e 05 restaurantes comerciais (D, E, F, G, H), todos localizados na cidade de Maceió/AL.

Em cada Serviço de Alimentação foi aplicado um Check list observacional baseado na lista de verificação da RDC nº 275/02 e nas determinações da RDC nº 216/2004, ambas do Ministério da Saúde (BRASIL, 2002; BRASIL, 2004).

O Check list foi elaborado contendo sete itens relacionados as boas práticas de higiene dos manipuladores, com duas opções de resposta: conforme e não conforme. Para classificação das boas práticas de higiene dos manipuladores, foram utilizados os parâmetros da RDC nº 275 que estabelece: GRUPO 01 – 76 a 100% de conformidades (baixo risco de contaminação); GRUPO 02 – 51 a 75% de conformidades (médio risco de contaminação); GRUPO 03 – 0 a 50% de conformidades (alto risco de contaminação) (BRASIL, 2002).

Após a coleta dos dados, os resultados foram tabulados manualmente e armazenados em um banco de dados para serem processados pelo programa Excel 2010.

RESULTADOS

Como se observa no Gráfico 01, O Serviço de Alimentação A obteve o menor percentual de conformidades com 29% (n=2), já o B, C, E e G obtiveram o maior percentual de conformidades com 86% (n=6) e o D, F e H ficaram com o percentual de conformidades de 71 % (n=5).

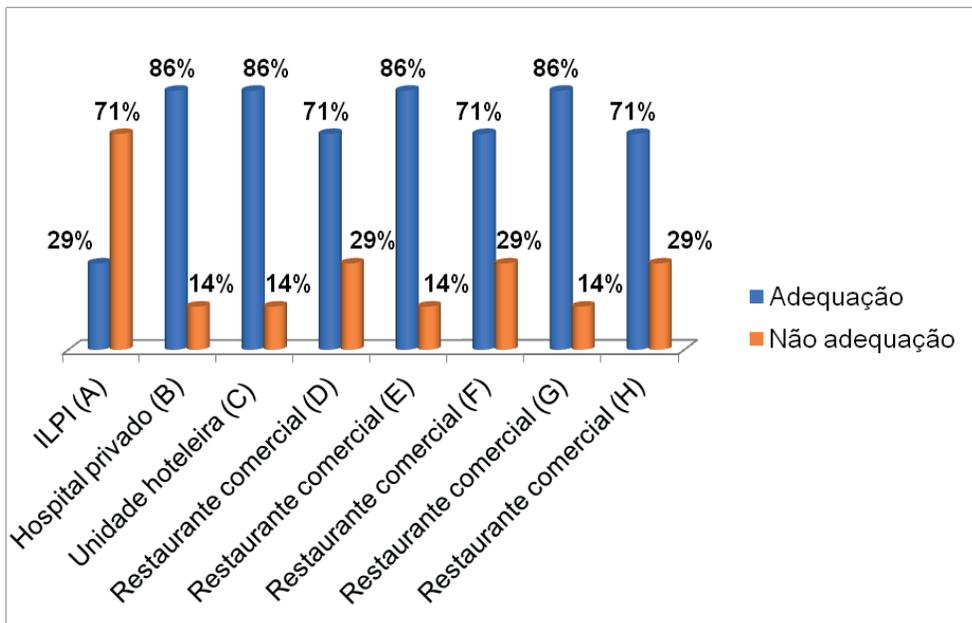


Figura 1. Percentual de adequação e não adequação das boas práticas de higiene dos manipuladores de alimentos dos Serviços de Alimentação localizados em Maceió/AL.

Fonte: dados da pesquisa.

Portanto de acordo com a classificação das boas práticas pela RDC 275/02, os Serviços de Alimentação com 86% são considerados de baixo risco de contaminação, os com 71% médio risco de contaminação e o com 29% alto risco de contaminação.

Vale salientar que o Serviço de Alimentação A trata-se de uma Instituição de longa permanência para idosos (IPLI), tornado o resultado extremamente preocupante, pois a Organização Mundial de Saúde (2020) considera as ILPs como organizações que cuidam de pessoas que sofrem de incapacidade física ou mental, algumas das quais em idade avançada, incluindo casas de repouso e centros de reabilitação. Pessoas que vivem em ILPs são populações vulneráveis, que têm um risco maior de infecção e desfechos adversos por viverem muito próximos de outras pessoas.

A RDC nº 502, de 27 de maio de 2021 que dispõe sobre o regulamento de Instituição de Longa Permanência para Idosos, de caráter residencial, no Art. 45, determina que a manipulação, preparação, fracionamento, armazenamento e distribuição das preparações alimentares devem seguir o estabelecido na RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004, que dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação (BRASIL 2021).

A utilização das Boas práticas de higiene é importante para prevenir Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA), que são contraídas através do consumo de água e alimentos contaminados, que podem ser tóxicos ou infecciosos. Os sintomas de DTA

geralmente são gastrointestinais, com sintomas de dor abdominal, náuseas, vômitos, febre e diarreia, em gestantes, crianças e idosos, que são indivíduos fisiologicamente mais fragilizados, as consequências podem ser mais graves e podem levar à óbito (GARCIA; DUARTE, 2014 e FLORES; MELO, 2015).

Corroborando com a atual pesquisa, Persch et al. (2020) após a aplicação inicial de um Check list de Boas Práticas de Manipulação de Alimentos em uma ILPI em Campinas-SP, encontrou 41,27% de adequação, sendo classificada no Grupo 3.

Semelhante ao presente estudo, Ferreira, Paes e Nascimento (2020) avaliando as boas práticas de higiene na cozinha de uma ILPI em Barra Mansa-RJ detectaram que apenas 15 % dos funcionários que manipulavam os alimentos respeitavam as boas práticas de higiene, pois nos outros 85% foi observado o uso inadequado de enfeites, unhas esmaltadas e objetos pessoais dentro da área de manipulação.

Observa-se no Quadro 01, que referente ao Check list aplicado, o item que obteve 100% de não conformidade em todos os Serviços de Alimentação estudados foi: Os funcionários higienizam as mãos conforme procedimento e com frequência adequada.

ITENS DAS BOAS PRÁTICAS DE HIGIENE DOS MANIPULADORES	SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO							
	A	B	C	D	E	F	G	H
O controle de saúde dos manipuladores é realizado de acordo com a legislação específica e é registrado.	NC	C	C	C	C	C	C	C
Os manipuladores apresentam higiene corporal adequada, cabelos protegidos (totalmente cobertos), ausência de barba e unhas curtas, limpas e sem esmalte.	C	C	C	C	C	C	C	C
Os manipuladores cumprem a proibição de utilização de adornos e de maquiagem.	C	C	C	C	C	C	C	C
Os funcionários higienizam as mãos conforme procedimento e com frequência adequada.	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC	NC
Os uniformes são conservados e limpos e usados exclusivamente nas dependências internas do estabelecimento.	NC	C	C	C	C	NC	C	C
Os manipuladores não: fumam, falam desnecessariamente, cantam, assobiam, espirram, tosse, comem, manipulam dinheiro ou praticam outros atos que possam contaminar o alimento.	NC	C	C	NC	C	C	C	NC
Os manipuladores são supervisionados e capacitados sobre: higiene pessoal, higiene na manipulação dos alimentos e Doenças Transmitidas por Alimentos e é realizado o registro.	NC	C	C	C	C	C	C	C

Quadro 1 – Resultados encontrados após aplicação do checklist das Boas práticas de higiene dos manipuladores de alimentos dos serviços de alimentação localizados em Maceió/AL.

Fonte: dados da pesquisa.

Conforme (C); Não Conforme (NC).

Os principais patógenos encontrados na maioria dos alimentos e processos produtivos são bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. Além disso, está comprovado que a maioria dos casos de infecções e intoxicações alimentares acontece pela contaminação dos alimentos pelos manipuladores, devido a más práticas higiênicas durante sua manipulação. (PINTO, 2001).

Tomich et al. (2005) analisando as mãos dos trabalhadores da indústria de pão de queijo detectaram a presença de *Staphylococcus aureus* em 46,7 %, sinalizando hábitos de higiene insatisfatórios por parte dos trabalhadores.

Em relação às práticas de higiene Castro et al. (2006), observaram em um estudo realizado, que 100% dos manipuladores de nove restaurantes não lavavam as mãos adequadamente.

Ribeiro e Schmidt (2007) relataram que os próprios manipuladores de alimentos podem ser a fonte contaminação dos alimentos tendo como causa a lavagem pouco frequente das mãos.

Sumner et al. (2011) e Todd et al. (2009), destacaram a importância da higienização das mãos no processo de eliminação e redução da transmissão de patógenos para os alimentos, haja vista os riscos à saúde que estes podem causar.

No mesmo Quadro 01, verifica-se que os itens: os manipuladores apresentam higiene corporal adequada, cabelos protegidos (totalmente cobertos), ausência de barba e unhas curtas, limpas e sem esmalte e os manipuladores cumprem a proibição de utilização de adornos e de maquiagem, apresentou 100% de conformidades em todos os Serviços de alimentação estudados.

A legislação sanitária federal estabelece critérios para que os manipuladores de alimentos mantenham um grau adequado de higiene pessoal e ajam com comportamento e atitude apropriados para proteger os alimentos. A proteção completa dos cabelos se destacam entre os critérios, bem como ausência de bigode, anéis, alianças, maquiagem, esmaltes e perfumes (BRASIL, 2004). Diferentemente do presente estudo, Cardoso et al. (2005) relataram em pesquisa desenvolvida que 90% dos manipuladores usavam bijuterias e 45% nem mesmo usavam proteção para os cabelos durante a produção de alimentos.

Em uma pesquisa desenvolvida por Alves, Giaretta e Costa (2012) realizada com manipuladores de alimentos dos shoppings centers da região da grande Florianópolis, obtiveram como resultados que apenas 69% dos manipuladores estavam com os cabelos totalmente protegidos e 50% com presença de adornos.

Sabe-se que os adornos devem ser removidos, pois podem gerar perigos físicos e biológicos aos alimentos, além de dificultarem a higienização adequada das mãos (RODRIGUES et al., 2003).

Qualquer tipo de adorno como aliança e anel deve ser retirado, pois podem figurar um perigo físico e biológico para os alimentos bem como interferir na higienização adequada das mãos (RODRIGUES et al. 2003).

O motivo é que o antisséptico não atinge toda a superfície das mãos ou tem sua ação diminuída devido à sujeira presente nas mãos dos manipuladores devido à presença de adornos (SILVA JR., 2020).

Assim, bactérias encontradas em áreas das mãos não higienizadas pelo anti séptico podem ser levados até os alimentos com os quais o manipulador entra em contato. Abreu et al. (2011) constataram que 58,33 % dos manipuladores apresentavam alto fator de risco para contaminação dos alimentos pelo uso de adornos como anéis durante o preparo do lanche.

Ribeiro et al. (2017) No setor de produção de alimentos da organização militar Recôncavo da Bahia, os manipuladores não faziam exames de saúde regulares e também faltava treinamento e supervisão.

A saúde do manipulador de alimentos pode influenciar na qualidade do produto final (PANZA; SPONHOLZ, 2008), o que torna necessário o acompanhamento periódico da saúde dos funcionários.

Os fatores de risco mais comuns para contaminação e doenças transmitidas por alimentos têm sido associados à negligência de boas práticas, principalmente no que diz respeito às práticas de higiene do manipulador. Daí vem a importância de programar um conjunto abrangente de medidas básicas para a produção segura de alimentos (ANDREOTTE et al., 2003).

CONCLUSÃO

Os resultados desta pesquisa refletem as Boas Práticas de Higiene dos manipuladores de alimentos nos serviços de alimentação investigados, onde apresentam deficiências como nos demais serviços de alimentação estudados por outros autores. O item em menor conformidade e bastante preocupante foi a baixa frequência e o processo de higienização das mãos, significando um fator em potencial para a contaminação dos alimentos. Os critérios de higiene pessoal e demais conhecimentos das Boas Práticas de Produção precisam ser abordados em capacitações e supervisionados diariamente nos locais de produção de refeições. Assim é possível contribuir favoravelmente para a qualidade sanitária dos alimentos ofertados à população.

REFERÊNCIAS

ABREU, E. S. et al. Análise microbiológica de mãos de manipuladores de alimentos do município de Santo André. **Revista Univap**, São José dos Campos - SP, v. 17, n. 30, dez. 2011.

ALVES, E.; GIARETTA, A G.; COSTA, F. M. Higiene pessoal dos manipuladores de alimentos dos shoppings centers da região da grande Florianópolis. **Rev. Técnico Científica** (IFSC), v. 3, n. 1, 2012.

ALVES, L. C.; ANDRADE, L. P.; GUIMARÃES, K. A. S. Treinamento sobre higiene e controle de qualidade para manipuladores de alimentos de uma unidade de alimentação e nutrição. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 22, n. 166/167, p. 32-37, 2008.

AMSON, G. V.; HARACEMIV, S. M. C.; MASSON, M. L. Levantamento de dados epidemiológicos relativos à ocorrência/surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) no estado do Paraná-Brasil no período de 1978 a 2000. **Cienc Agrotec**, v. 30, n° 6, p. 139-45, nov-dez. 2006.

ANDREOTTI, A. et al. Importância do treinamento para manipuladores de alimentos em relação à higiene pessoal. **Rev. Inic. Científica** – Cesumar. Maringá, v. 5, n°1, p. 29-33, 2003.

AKUTSU, R. C. et al. Adequação das boas práticas de fabricação em serviços de alimentação. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 419 - 427. mai/jun. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC N° 502, de 27 de maio de 2021. **Dispõe sobre o funcionamento de Instituição de Longa Permanência para Idosos, de caráter residencial**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2021..

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 216, de 15 de setembro de 2004. **Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional da Vigilância Sanitária. Resolução RDC n° 275, de 21 de outubro de 2002. **Regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF. 2002.

CARDOSO, R. C. V.; SOUZA, E. V. A.; SANTOS, P. Q. Unidades de alimentação e nutrição nos campi da Universidade Federal da Bahia: um estudo sob a perspectiva do alimento seguro. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 18, n. 5, p. 669-680, 2005.

CASTRO, F. T. et al. Restaurantes self-services: situação higiênico-sanitária dos shoppings do município do Rio de Janeiro. **Revista Universidade Rural**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, p. 87-101, 2006.

FERREIRA, A. C.; PAES, S. N. D.; NASCIMENTO, K. O. Aspectos higiênico-sanitários da cozinha de uma instituição de longa permanência para idosos. **Nutrição Brasil**. v. 19, n° 1, p. 23-31, 2020.

FLORES, A. M. P. C., MELO, C. B. Principais bactérias causadoras de doenças de origem alimentar. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 37, n. 1 p. 65-72, 2015.

GARCIA, D. P., DUARTE, A. D. Perfil epidemiológico de surtos de doenças transmitidas por alimentos ocorridos no Brasil. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 6, n. 1, p. 545-554, 2014.

OLIVEIRA, A. B. A. et al. Doenças transmitidas por alimentos, principais agentes etiológicos e aspectos gerais: uma revisão. **Pubvet**, v.12, n.10, p.1-9, Out., 2018.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. Infection Prevention and Control guidance for Long-Term Care Facilities in the context of COVID-19. **Interim Guidance. Health Organization**; 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/331508>. Acessado em Jul.2022.

PANZA, S. G. A.; SPONHOLZ, T. K. Manipulador de alimentos, um fator de risco na transmissão de enteropararitoses. **Revista Higiene Alimentar**. São Paulo, v. 22, n.13,42-47,2008.

PERSCH, F. L et al. Eficácia da implantação das boas práticas de manipulação de alimentos em uma instituição de longa permanência para idosos. **Segur. Aliment. Nutr.**, Campinas, v. 27, p. 1-11, 2020.

PINTO, R. G. **Avaliação das boas práticas de fabricação e da qualidade microbiológica na produção de pão de queijo**. 2001. 181f. Dissertação (Pós-graduação em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

RIBEIRO, K. L.; SCHMIDT, V. Caracterização de manipuladores de alimentos em escolas municipais de Viamão, RS. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 21, n. 157, p. 58-64, 2007.

RIBEIRO, D. F. S.; FREITAS, F. JANUSIC, L.; SILVA, I. M. M . Unidade Produtora de Refeições de uma organização militar: qualidade sanitária e ação educativa. **Magistra**, v. 29, n.3/4, p. 246-256, 2017.

RODRIGUES, K. L. et al. Condições Higiênico-Sanitárias no Comércio Ambulante de Alimentos em Pelotas/RS. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v.23, n. 3, p. 447 – 452, set. – dez. 2003.

SILVA JUNIOR, E. **Manual de Controle Higiênico-sanitário Em Serviços de Alimentação** – 8ª Ed. São Paulo, SP: Varela, 2020.

SUMNER, S. et al. Factors Associated with food workers working while experiencing vomiting or diarrhea. **J Food Protections** v. 74, nº 2, p. 215-220, 2011.

TOMICH, R. G. P. et al. Metodologia para avaliação das Boas Práticas de Fabricação em indústrias de pão de queijo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.115-120, jan./mar., 2005.

TOOD, E. C. et al. Outbreaks where workiers have been implicated in the spread of foodborne disease. Part 6. Transmission and survival of pathogens in the food processing and preparation environment. **J Food Protection**, v.72, nº1, p. 202-219, 2009.

EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL A PARTIR DE UMA PERSPECTIVA INTERDISCIPLINAR NA DISCIPLINA DE HISTÓRIA DO ENSINO MÉDIO

Data de aceite: 03/04/2023

Taís Avelar Numeriano de Sá
Nutricionista graduada na UPE

Yanna Gabrielle Hermogens Ferreira
Nutricionista graduada na UPE

Mariana Luiza Rodrigues de Marins
Nutricionista graduada na UPE

Bárbara Emanuelle Alves Silva Soares
Nutricionista graduada na UPE

Diego Felipe dos Santos Silva
Docente- UPE

**Cristhiane Maria Bazílio de Omena
Messias**
Docente UPE

RESUMO: A população brasileira passou por muitas mudanças nos hábitos alimentares, caracterizando o processo de transição nutricional. Isso reforça a urgência da aplicação de programas de Educação Alimentar e Nutricional (EAN), principalmente voltados para adolescentes, marcados por grande influência externa capaz de moldar seus hábitos alimentares. O objetivo do presente estudo foi promover EAN a partir de uma prática interdisciplinar na disciplina História do

Ensino Médio de um colégio do Sertão Pernambucano, através da aplicação de um jogo de tabuleiro. Trata-se de um estudo quantitativo, no qual a população estudada foi composta por alunos das turmas do 2º ano. A dinâmica foi proposta envolvendo dois conteúdos: Africanos no Brasil e Cultura Indígena. Quando questionados acerca de interdisciplinaridade, a maioria dos estudantes demonstrou deter maior conhecimento após a aplicação do jogo. Quando interrogados sobre a temática Africanos e Indígenas, o percentual de acertos aumentou para todas as questões após a intervenção. Com relação à percepção dos alunos sobre o jogo, a maioria classificou como ótimo. Entende-se, portanto, que atividades lúdicas como jogos experimentais são adequadas para promover a EAN na escola de forma interdisciplinar.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Alimentar e Nutricional, Práticas Interdisciplinares, Jogos Experimentais.

FOOD AND NUTRITIONAL EDUCATION INTERDISCIPLINARY PERSPECTIVE IN HISTORY DISCIPLINE FROM HIGH SCHOOL

ABSTRACT: The Brazilian population has undergone many changes in eating habits, characterizing the process of nutritional transition. This reinforces the urgency of the application of Food and Nutrition Education (EAN) programs, especially aimed at adolescents, marked by a large external influence capable of shaping their eating habits. The aim of this study was to promote EAN based on an interdisciplinary practice in the High School History discipline of a high school in Sertão Pernambucano, through the application of a board game. This is a quantitative study, in which the studied population consisted of students from the 2nd year classes. The dynamic was proposed involving two contents: Africans in Brazil and Indigenous Culture. When asked about interdisciplinarity, most students demonstrated to have greater knowledge after the application of the game. When asked about African and Indigenous issues, the percentage of correct answers increased for all questions after the intervention. Regarding students' perception of the game, most rated it as excellent. Therefore, it is understood that playful activities such as experimental games are appropriate to promote the EAN in school in an interdisciplinary way.

KEYWORDS: Food and Nutrition Education, Interdisciplinary Placement, Games, Experimental.

PALABRAS CLAVE: Educación Alimentaria y Nutricional, Prácticas Interdisciplinarias, Juegos Experimentales.

INTRODUÇÃO

A população brasileira passou por muitas mudanças nos seus hábitos alimentares, caracterizando o processo de transição nutricional (Santos, 2019). Esse processo é marcado por alterações dos padrões alimentares, influenciado por agentes econômicos, sociais e demográficos, ocasionando mudanças dos fatores de saúde, nutricionais e hábitos de vida. Podendo também levar a população a excessiva ingestão calórica associada a um novo quadro de prevalência de sobrepeso e obesidade, anteriormente marcada pela desnutrição (Villard, 2017).

Tal fato reforça a urgência da aplicação de programas de Educação Alimentar e Nutricional (EAN), onde a escola aparece como uma possibilidade de canal efetivo. Além disso, a fase da adolescência é marcada por grande influência externa que pode repercutir nos hábitos alimentares dos indivíduos de forma marcante e permanente (Yang et al., 2015 apud Pereira, Pereira e Pereira, 2017). Nessa perspectiva, são objetivos das ações de EAN, no âmbito escolar, a promoção de atividades que favoreçam hábitos alimentares saudáveis, baseadas na articulação de metodologias inovadoras para o trabalho pedagógico (Silva et al., 2018).

Além disso, a partir das ideias de Aristóteles, foi difundido que o conhecimento poderia ser construído por meio da interdisciplinaridade, a qual tem como premissa geral a ligação entre duas ou mais disciplinas de distintas áreas do conhecimento, como, por

exemplo, a união da disciplina de História com a Educação Alimentar e Nutricional. Isso tem como foco romper a postura curricular cartesiana educacional adotada e, muitas vezes, ainda presente nas escolas de ensino formal (Franco, 2015).

Uma possibilidade para incorporar o campo interdisciplinar dá-se por meio da utilização de jogos. A partir do jogo, pode-se fazer com que os professores explorem novas possibilidades para que os estudantes possam ampliar os seus saberes e compreender os diversos fatores das atividades humanas. Ademais, os jogos educativos nutricionais podem ser eficientes no processo de aprendizagem, podendo levar à mudança de atitude quanto a escolhas alimentares (Neuenfeldt, Rodrigues e Oliveira, 2012).

Nesse contexto, buscando contribuir no diálogo entre a Nutrição e a disciplina acadêmica de História, o objetivo do presente estudo foi promover Educação Alimentar e Nutricional a partir de uma prática interdisciplinar na disciplina História do Ensino Médio de um colégio do Sertão Pernambucano, por meio da aplicação de um jogo de tabuleiro.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo quantitativo, realizado no Colégio de Aplicação Professora Vande de Souza Ferreira, localizado na cidade de Petrolina, Pernambuco. A população estudada foi composta por alunos das turmas do 2º ano do Ensino Médio, que contabilizavam 37 estudantes no total. Este projeto foi submetido e aprovado ao Comitê de Ética da Universidade de Pernambuco em março de 2019, com o número do parecer: 3.191.169.

A escolha da Disciplina de História se deu por meio da análise de uma dissertação de mestrado, que inspirou a construção do presente estudo, intitulada: Educação Alimentar e Nutricional a partir de uma perspectiva interdisciplinar no curso de agropecuária do Instituto Federal Do Sertão Pernambucano - Campus Floresta, da autora Soraia Corrêa Mercante. O estudo também inclui o conceito da interdisciplinaridade da EAN com História.

A turma do 2º ano foi escolhida, pois os assuntos de História estudados por eles permitiam uma abordagem ampla da Nutrição. Através de uma pesquisa documental, foi estudada a ementa da disciplina em questão e a referência bibliográfica utilizada para a ministração das aulas no colégio, para posterior trabalho interdisciplinar a ser realizado com o professor da disciplina, no âmbito da EAN. O livro base para a ministração e estudo da disciplina de História no segundo ano é intitulado como 'História: das cavernas ao terceiro milênio', tendo como autoras: Patrícia Ramos Braick e Myriam Becho Mota, da editora Moderna, publicado em 2016.

Foram construídas 58 perguntas, bem como 10 desafios, envolvendo dois conteúdos: Africanos no Brasil e Cultura Indígena. Esses conteúdos escolhidos foram considerados assuntos pertinentes para a abordagem da EAN, considerando que os mesmos carregam consigo temas relacionados aos hábitos alimentares da época pregressa e atual, permitindo uma abordagem pedagógica e interdisciplinar entre os dois temas, dentro da proposta da

pesquisa.

O jogo escolhido foi um tabuleiro de chão, que foi produzido a partir de 62 folhas de etileno acetato de vinila (EVA) coloridas (40x60cm). Cada folha correspondia a uma casa. As casas foram pintadas com tinta de tecido preta com números de 1 a 50, além de 10 casas com símbolos, que correspondiam a desafios e 1 casa, que representou o início e outra, que representou o fim do tabuleiro. Também foi produzido um dado grande a partir de uma caixa de papelão, coberta com cartolina colorida e símbolos que representavam os números de um a seis (Figura 1).

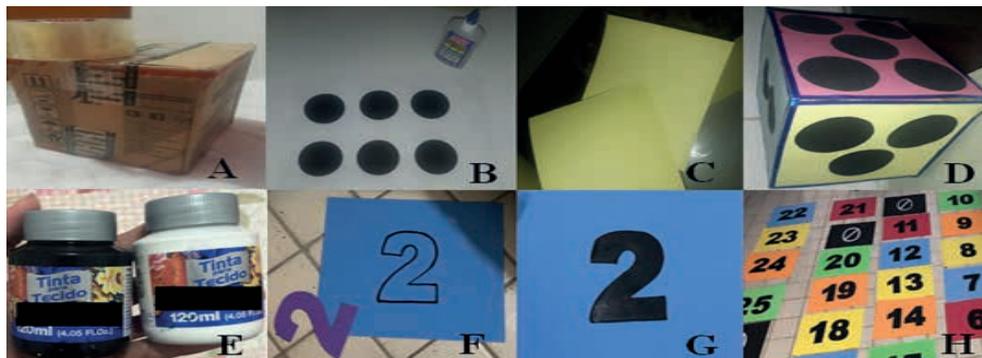


Figura 1: Etapas de construção do jogo de tabuleiro

Figura 1: A- caixa de papelão para base do dado. B- círculos pretos para representar os números do dado. C- cartolinas coloridas para cobrir a caixa. D- dado confeccionado. E- tintas para desenho do tabuleiro. F- desenho da base dos números do tabuleiro com auxílio de moldes de borrachado. G- desenho e pintura dos números. H- tabuleiro de chão confeccionado.

Fonte: Próprio autor (2019).

Para o conhecimento da população estudada, foi construído um questionário socioeconômico e alimentar, adaptado da pesquisa realizada por Pires (2011) e Brasil (2013). Esse questionário foi aplicado em um dia a parte, antes da aplicação do jogo. Nele foram abordadas questões amplas acerca de aspectos familiares, renda, moradia e hábitos alimentares. Nessa oportunidade também foi explicado aos alunos a dinâmica do estudo, fazendo-se uma apresentação da ideia do projeto.

Da mesma forma, a fim de analisar o conhecimento prévio e posterior dos voluntários, produziu-se um questionário acerca da interdisciplinaridade, bem como outros questionários sobre as duas temáticas escolhidas da disciplina de História, relacionando-a com a EAN. Vale ressaltar, que esses últimos questionários foram aplicados antes e após a intervenção. Também foi elaborado um questionário de satisfação, adaptado de Rocha (2017), no qual os alunos puderam expressar numa escala de 0 (péssimo) a 5 (ótimo) o quanto gostaram do jogo, e também descrever o que poderia ser diferente para que esse fosse melhor.

O projeto ocorreu durante o horário aula de História, com a participação do professor da disciplina. O momento iniciou com a aplicação do questionário pré-interdisciplinar e questionário pré Cultura Indígena e Africana, de forma individualizada, com o cuidado para que não houvesse contato entre os alunos, evitando compartilhamento de conhecimentos para minimização de vies na pesquisa.

Na sequência, a turma foi separada em equipes, e de cada uma foi escolhido um representante, que utilizou um colete de cor específica para representar o seu grupo. O representante também era o peão da equipe no tabuleiro, o qual lançava o dado e avançava as casas de acordo com o número sorteado no dado.

Ao avançar no tabuleiro, caso o peão parasse numa casa de números, recebia uma pergunta com alternativas, que deveriam ser lidas e respondidas por toda a equipe no tempo de 30 segundos. Caso parasse em casa com símbolos, a equipe recebia um desafio, que deveria ser cumprido por todos. Os desafios variaram entre ficar rodadas sem jogar, cantar músicas sobre a época, dançar ou declamar poemas relacionados ao tema, regredir casas e representar uma luta de capoeira.

Quando a pergunta era respondida corretamente, o peão avançava de três a cinco casas, o que variava de acordo com a complexidade do questionamento. Caso errasse, deveria permanecer na sua casa. Os desafios precisavam ser cumpridos, pois se a equipe recusasse fazer o que era indicado pela carta, deveria voltar para a casa inicial do tabuleiro. O grupo que alcançasse primeiro a casa final ganhava a competição (Figura 2).



Figura 2: Processo de aplicação do jogo nas turmas do 2º ano do Ensino Médio de um colégio do sertão pernambucano

Figura 2: A- peões de diferentes equipes. B- leitura das perguntas do jogo. C- leitura de desafios pela equipe. D- peões de diferentes equipes no tabuleiro de chão.

Fonte: Próprio autor (2019).

Ressalta-se que nas cartas de perguntas do jogo tinham as mesmas perguntas e alternativas do questionário sobre Cultura Indígena e Africana, tendo como objetivo avaliar

o conhecimento adquirido pelos estudantes durante a participação do jogo. Ao final da intervenção, os alunos receberam os questionários pós e o questionário de satisfação. Esses foram recolhidos para a análise dos resultados do projeto.

Os dados dos questionários foram avaliados e tabulados a partir dos *softwares* Microsoft Excel® (2010) e Microsoft Word® (2010), utilizando a estatística descritiva. A partir dessas análises, foram geradas porcentagens e tabelas, demonstrando dados referentes à população estudada, bem como ao conhecimento prévio e adquirido após intervenções e de satisfação quanto ao projeto desenvolvido.

RESULTADOS

Aspectos socioeconômicos e alimentar

O projeto contou com a participação de 37 alunos do segundo ano do Ensino Médio. A maioria possuía 16 anos (67,56%). A grande parte era do sexo feminino (62,16%), o que corresponde a um total de 23 meninas. Quanto ao sexo masculino (37,83%), observou-se a presença 14 adolescentes. Percebeu-se que muitos (64,86%) moram com mais de três indivíduos na mesma casa. Todos os alunos (100%) relataram que possuem rede de abastecimento de água encanada. Referente à renda familiar, alguns estudantes (64,86%) indicaram estar em torno de um a três salários mínimos.

Referente ao grau de instrução dos pais ou responsáveis, 54,05% (n=20) possui Ensino Médio completo. Além disso, 72,97% (n=27) relatou que não recebe auxílio do governo. Quanto à aquisição de alimentos, 81,08% (n=30) indicaram que as compras da família são feitas em supermercado. Entretanto, a menor parte (18,90%) relata fazê-las em locais que apresentam custos mais baixos e com maior variedade de alimentos naturais, como feiras livres.

Para o questionamento sobre o consumo de água diário, 56,75% (n=21) afirmam ingerir mais de seis copos por dia. Enquanto 40,54% (n=15) consomem entre quatro e seis copos de água. Uma pequena parte (2,70%) ingere três ou menos copos de água diariamente. Quando questionados a respeito do que costumam beber junto às refeições, 27,02% (n=10) afirmaram que não consome nenhum líquido.

Sobre a ingestão alimentar no café da manhã, no lanche da escola, no almoço e no jantar, os alunos opinaram entre uma lista diversa de alimentos, observando diferenças marcantes entre seus hábitos alimentares. Eles podiam fazer mais de uma escolha por refeição (Tabela 1).

Alimento	Consumo geral (n=37)
Café da manhã	
Café	21 (56,75%)
Pão	29 (78,37%)
Frutas	5 (13,51%)
Não toma café da manhã	7 (18,91%)
Lanche na escola	
Alimentos da cantina	14 (37,84%)
Alimentos de casa	8 (21,62%)
Almoço	
Arroz	36 (97,29%)
Feijão	34 (91,89%)
Verdura cozida	6 (16,21%)
Verdura crua	11 (29,72%)
Jantar	
Cuscuz	28 (75,67%)
Verdura crua	2 (5,40%)

Tabela 1- Consumo alimentar habitual dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Petrolina – PE (2019).

Fonte: Próprio autor (2019).

Com relação ao desjejum, as opções mais consumidas entre os alunos foram o pão (78,37%) e o café (56,75%). Ao mesmo tempo, foi observado o baixo consumo de frutas (13,51%). Além disso, 18,91% (n=7) indicaram não fazer esta refeição. Quanto ao almoço, 97,29% (n=36) consome arroz. Outro destaque foi dado ao feijão, pois um grande número (91,89%) também afirmou ingeri-lo.

Entretanto, observou-se um baixo consumo de verduras cozidas (16,21%) e de verduras cruas (29,72%). No jantar, a ênfase foi para o cuscuz de milho, alimento bastante tradicional e conhecido pelos moradores da região. Sendo assim, grande parte dos alunos (75,67%) afirmou fazer a sua ingestão nessa refeição. O alimento menos ingerido foi a verdura crua (5,40%). Além disso, observou-se que nenhum dos alunos relatou consumir verdura cozida no jantar.

Referente ao lanche que fazem no ambiente escolar, 37,84% (n=14) afirmou ingerir os alimentos oferecidos pela cantina, enquanto 21,62% (n=8) declarou consumir o que leva de casa para a escola.

Com relação aos motivos que levam os alunos a se alimentarem, grande parte dos alunos (75,67%) indicou que o fator mais importante ao comer é a fome e, em segundo lugar, está à vontade de se alimentar (59,45%). Além disso, observa-se que apenas 8,10% (n=3) importam-se com o valor nutricional dos alimentos. Quanto ao consumo de refrigerante 54,05% (n=20) relatam fazer a ingestão do mesmo três ou menos vezes na semana. Para

o consumo de alimentos ultraprocessados, 40,54% (n=15) consomem de 3 a menos vezes na semana, enquanto 37,83% (n=14) afirmaram utilizá-los numa frequência maior, ou seja, de 4 a 5 vezes no mesmo período.

Observou-se 51,35% (n=19) relatam conseguir interpretar apenas algumas informações indicadas nos rótulos dos alimentos. Porém, ainda assim, 21,62% (n=8) não sabem fazer essa análise.

Com relação ao conhecimento sobre lipídios, quanto às diferenças entre gorduras saturadas e gorduras insaturadas, 67,56% (n=25) já escutaram sobre as mesmas, mas não sabe diferenciá-las. Quanto a gorduras *trans*, 62,16% (n=23) também já ouviu falar, mas não sabem o seu significado. Referente aos carboidratos, 51,35% (n=19) ouviram falar, mas não sabe o que significa. Porém, uma menor parte (37,83%) relata conhecer este macronutriente. Para as calorias vazias 48,64% (n=18) não sabem o que significa.

Do índice referente ao nível de entendimento sobre sódio e açúcar, estes tiveram bons resultados, 64,86% (n=24) afirmaram saber o que significa.

Interdisciplinaridade

O questionário de interdisciplinaridade aborda perguntas sobre o conceito de interdisciplinaridade, bem como a relação da nutrição, História e jogos no âmbito interdisciplinar.

Neste questionário, inicialmente, no momento pré-jogo, foi perguntado se os alunos já teriam estudado sobre nutrição. Apenas 40,54% (n=15) dos alunos responderam que já estudaram sobre o assunto.

Antes da intervenção, 67,57% (n=25) dos alunos responderam que a disciplina de História tem relação com a nutrição. Essa porcentagem subiu após a intervenção para 89,19% (n=33).

Houve uma redução no número de alunos de 67,57% (n=25) para 62,16% (n=23) que disseram conhecer a definição de interdisciplinaridade. Já com relação à definição de interdisciplinaridade, antes e após a intervenção, a maioria dos alunos respondeu corretamente, afirmando ser um sistema de ligação entre disciplinas.

Quando questionados se há benefícios em trabalhar a interdisciplinaridade, antes da aplicação do jogo, 89,19% (n=33) dos alunos responderam que sim. Esse número aumentou para 91,89% (n=34) após a aplicação do jogo. Com relação à Educação Alimentar e Nutricional, antes do jogo 59,46% (n=22) dos alunos responderam já ter ouvido sobre, entretanto essa porcentagem decresceu para 48,65% (n=18).

Ao serem questionados se a Educação Alimentar e Nutricional possui alguma relação com as disciplinas Biologia, História, Sociologia ou Literatura, antes do jogo 54,05% (n=20) dos alunos responderam Biologia, e após o jogo 43,24% (n=16). também responderam Biologia. Mais especificamente, quando questionados se a disciplina de História tem alguma relação com a EAN, antes da intervenção 64,86% (n=24) respondeu que sim e

78,38% (n=29) também responderam sim.

Após o questionamento sobre ser possível aprender um novo assunto jogando 100% (n=37) dos alunos responderam sim no momento pré e pós jogo.

Itens	Questionário pré (n=37)	Questionário pós (n=37)
Existe relação entre História e Nutrição	Não (59,46%)	Não (48,65%)
	Sim (67,56%)	Sim (89,19%)
Conhece a definição de interdisciplinaridade	Não (32,43%)	Não (10,81%)
	Sim (67,57%)	Sim (62,16%)
O que é interdisciplinaridade	Não (32,43%)	Não (37,84%)
	Sistema de ligação entre disciplinas (75,68%)	Sistema de ligação entre disciplinas (67,57%)
	Disciplina acadêmica (2,70%)	Disciplina acadêmica (5,4%)
	Sistema para diferenciar duas disciplinas distintas (0%)	Sistema para diferenciar duas disciplinas distintas (0%)
	Não sei o que é interdisciplinaridade (18,92%)	Não sei o que é interdisciplinaridade (27,03%)
	Não respondeu (2,70%)	Não respondeu (0%)
Benefício em trabalhar a interdisciplinaridade	Sim (89,19%)	Sim (91,89%)
	Não (5,40%)	Não (5,41%)
	Não respondeu (5,40%)	Não respondeu (2,70%)
Já ouviu falar sobre Educação Alimentar e Nutricional	Sim (59,46%)	Sim (48,65%)
	Não (40,54%)	Não (51,35%)
Associa a EAN com alguma disciplina	Biologia (54,05%)	Biologia (43,24%)
	História (21,62%)	História (18,92%)
	Sociologia (0%)	Sociologia (2,7%)
	Literatura (0%)	Literatura (0%)
	Branco (32,43%)	Branco (43,24%)
História está associada com a Educação Alimentar e Nutricional	Sim (64,86%)	Sim (78,38%)
	Não (35,14%)	Não (13,51%)
	Não respondeu (0%)	Não respondeu (8,11%)
É possível aprender um novo assunto jogando	Sim (100%)	Sim (100%)
	Não (0)	Não (0%)

Tabela 2 - Avaliação quantitativa do questionário interdisciplinar dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Petrolina-PE (2019).

Fonte: Próprio autor (2019).

Jogo com temática africanos e indígenas no Brasil

Com relação aos questionamentos antes e após a aplicação do jogo sobre os conteúdos selecionados correlacionando-os à nutrição (Tabela 3), os alunos, inicialmente, puderam responder sobre a definição correta de proteínas, carboidratos e lipídios. Quanto às proteínas, antes da intervenção, apenas 40,54% (n=15) responderam corretamente a pergunta. Após a intervenção esse número aumentou para 81,08% (n=30). Já com relação aos lipídios, antes da aplicação dos jogos 59,46% (n=22) dos alunos responderam corretamente sobre a definição lipídios. Após a intervenção, 75,68% (n=28) dos alunos acertaram essa questão. Quanto à definição de carboidratos, antes da intervenção apenas 27,03% (n=10) dos alunos conseguiram responder corretamente. Após o jogo esse número subiu para 78,38% (n=29).

Em seguida, diante do questionamento acerca do conceito de alimentos *in natura*, 81,08% (n=30) dos alunos responderam corretamente antes da intervenção. Após a aplicação do jogo esse número subiu para 91,89% (n=34).

Ao serem questionados se os costumes das mães indígenas estavam condizentes com o que informa no Guia Alimentar para Crianças Menores de 2 anos sobre aleitamento materno exclusivo até os 6 meses de idade, antes da intervenção apenas 48,65% (n=18) dos alunos responderam corretamente à pergunta. Esse número subiu para 64,86% (n=24) após a aplicação do jogo.

Quando perguntado sobre a batata-doce, um alimento rico em fibras e fonte de carboidratos, antes do jogo 40,54% (n=15) dos alunos responderam corretamente a opção carboidratos. Após o jogo, esse número subiu para 43,24% (n=16).

Itens	Questionário pré (n=37)	Questionário pós (n=37)
Definição de proteínas	Correta (40,54%)	Correta (81,08%)
	Errada (59,46%)	Errada (18,92%)
Definição de lipídeos	Correta (59,46%)	Correta (75,68%)
	Errada (40,54%)	Errada (24,32%)
Definição de carboidratos	Correta (27,03%)	Correta (78,38%)
	Errada (72,97%)	Errada (21,62%)
Definição de alimentos <i>in natura</i>	Correta (81,08%)	Correta (91,89%)
	Errada (16,22%)	Errada (8,11%)
	Branco (2,70%)	Branco (0%)
Costumes indígenas na amamentação com base no Guia Alimentar para Menores de 2 anos	Correta (48,65%)	Correta (64,86%)
	Errada (48,65%)	Errada (35,14%)
	Branco (2,70%)	Branco (0%)

A batata-doce é rica em carboidratos, proteínas ou lipídios

Correta (40,54%)

Correta (43,24%)

Errada (56,76%)

Errada (56,76%)

Branco (2,70%)

Branco (0%)

Tabela 3 - Avaliação quantitativa dos questionários acerca da temática Africanos no Brasil e Culturas Indígenas Americanas dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Petrolina-PE (2019).

Fonte: Próprio autor (2019).

Nível de satisfação da atividade realizada

No questionário de satisfação os alunos tiveram que marcar uma opção de uma escala que variava de zero (péssimo) a cinco (ótimo). Tal questionário teve como objetivo avaliar se a metodologia do projeto os agradou e como o projeto poderia melhorar em sua metodologia. Vale ressaltar que a opção 0 correspondia a “péssimo” e a opção 5 correspondia a “ótimo” (Tabela 4).

Na primeira pergunta, de caráter objetivo, 27,03% (n=10) dos alunos marcaram a opção quatro e 72,97% (n=27) dos alunos marcaram a opção cinco na escala. Com relação à segunda pergunta, de caráter subjetivo, o qual puderam responder livremente, 24,32% (n=9) dos alunos responderam que o jogo poderia ter durado mais tempo, 18,92% (n=7) responderam que as perguntas do jogo poderiam ser menores e 13,51% (n=5) dos alunos disseram que o jogo poderia ser melhor organizado.

Item	Resposta
Escala (sendo 0 péssimo e 5 ótimo)	0 (0%)
	1 (0%)
	2 (0%)
	3 (0%)
	4 (27,03%)
O que poderíamos mudar	5 (72,97%)
	Perguntas menores (18,92%)
	Tempo de resposta maior (2,70%)
	Aumentar o tempo de jogo (24,32%)
	Leitura mais lenta das perguntas (2,70%)
	Organização do jogo (13,51%)
	Aumentar o nível de dificuldade das perguntas (2,70%)
	Aumentar o número de jogos (2,70%)
	Organização e perguntas menores (2,70%)
	Nada (18,92%)
	Não sabe (2,70%)
Não respondeu (8,11%)	

Tabela 4 - Avaliação quantitativa do nível de satisfação dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública de Petrolina-PE (2019).

Fonte: próprio autor (2019).

DISCUSSÃO

Os participantes do estudo são adolescentes e grande parte encontra-se na faixa de 16 anos de idade. É importante ressaltar que a fase da adolescência constitui-se como um potencial risco para a saúde, considerando que nesse período, os indivíduos tendem a sofrer grandes influências psicológicas, socioeconômicas e familiares, além dos amigos e da mídia. Adicionalmente, muitos adolescentes não vê a alimentação saudável como uma prioridade. Observou-se que a maioria dos entrevistados são do sexo feminino, destacando-se que para as meninas é comum a alimentação irregular, pulando com frequência as principais refeições, incluindo o café da manhã, devido a insatisfação com o próprio corpo, e a preocupação extrema com padrões estéticos impostos pela mídia atual (Lima e Bueno, 2016).

Todos os estudantes afirmaram que são abastecidos por água encanada. Isso permite observar que, assim, há a diminuição dos riscos de ocorrência de verminoses, visto que a água é um grande meio de transmissão de parasitas intestinais (Nunes e Rocha, 2019). Grande parte dos estudantes revelaram que a renda familiar está entre 1 a

3 salários mínimos. Essa condição impacta na escolha alimentar dos estudantes, pois, de acordo com o estudo de Valentim (2017), a baixa renda é um dos motivos que aumentam a adesão dos alunos aos alimentos ofertados pela escola. Assim, eles tendem a ingerir esses alimentos com maior frequência, fator que pode auxiliar no controle da ingestão alimentar dos estudantes, favorecendo hábitos alimentares mais saudáveis.

Grande parte dos estudantes (54,05%) afirmou que os seus responsáveis possuem Ensino Médio completo. Quanto a esse dado, os estudos afirmam que o conhecimento alimentar e nutricional dos indivíduos pode ser moldado de acordo com a formação escolar do mesmo. Com isso, apesar de não ser o principal fator determinante para hábitos alimentares saudáveis, o período escolar pode influenciar o grau de discernimento alimentar do indivíduo (Souza e Ornellas, 2012).

Além disso, os pais possuem importante papel influenciador no hábito alimentar dos seus filhos, tanto em relação à qualidade, quanto à quantidade. Assim, o conhecimento adquirido pelos responsáveis tende a ser transferido aos seus filhos, podendo gerar influências positivas ou negativas (Melo, 2017).

A maioria (72,97%) disse não receber auxílio financeiro do governo. Um dos principais programas de transferência de renda para a população brasileira é o Programa Bolsa Família. O objetivo do programa é atender a famílias em situação de pobreza e miséria, para que essas tenham condições de adquirir meios sociais básicos de sobrevivência. Isso demonstra que, quando pessoas em condições salariais baixas não têm acesso à renda extra, pode promover o baixo acesso a muitos direitos humanos, entre eles, a alimentação (Martins, 2018).

O presente estudo revelou que os alimentos da maioria dos estudantes (81,08%) são adquiridos em supermercados, enquanto a minoria (18,90%) apresenta o hábito de adquiri-los em feiras livres, indicando que isso pode promover o consumo excessivo de produtos industrializados, pois, na sua maioria, oferecem maior praticidade de preparo e estão fortemente presentes nestes mercados. Tal fato pode ser explicado pela desconstrução de hábitos alimentares tradicionais, baseados em diversidade alimentar e produtos naturais. Com isso, a cada ano, observa-se um crescente aumento de excesso de peso e doenças crônicas não transmissíveis devido a má alimentação da população (Leda, 2017).

Quanto ao consumo de água, 56,75% deles afirmaram ingerir mais de seis copos por dia. Considerando a característica climática da região Nordeste, quente e seca, essa é essencial para a manutenção da vida, por possuir diversas funções na prevenção contra doenças como os problemas renais, infecção urinária, além de prevenir a desidratação. Quanto ao consumo de líquidos durante as refeições, a maior parte (27,02%) ressaltou que não possui esse hábito, o que é benéfico, pois o consumo de líquidos com os alimentos, quando em grande quantidade, pode resultar em distensão estomacal e digestão prejudicada, sendo preferível, portanto, evitá-los durante as refeições (Brasil, 2016).

Com relação à ingestão alimentar dos alunos nas diversas refeições, como café da

manhã, lanche, almoço e jantar, observaram-se diversos resultados. No café da manhã, as opções mais consumidas são o pão (78,37%) e o café (56,75%), além do baixo consumo de frutas (13,51%), ressaltando-se também os alunos (18,91%) que indicaram não tomar café da manhã.

É importante ressaltar que existem diversos benefícios nutricionais na ingestão da primeira refeição do dia, entre eles, uma grande ingestão de nutrientes e melhor qualidade da alimentação diária do que aqueles que pulam essa refeição. Entretanto, apesar dos benefícios, fazer escolhas erradas como a baixa ou a ausência da ingestão de frutas, faz com que ocorra reduzida ingestão de nutrientes benéficos para essa faixa etária, como vitaminas e minerais (Pereira, 2018).

Entre os malefícios relacionados a não ingerir o café da manhã entre os adolescentes, observa-se um maior risco de aumento de tecido adiposo corporal, riscos aumentados de doenças cardíacas, circunferência da cintura elevada, além de alterações bioquímicas no perfil lipídico e de glicemia de jejum. Entretanto, apesar desses malefícios, as pesquisas indicam que o público jovem costuma pular o café da manhã mais do que outras refeições, fator que se assemelha aos resultados encontrados no presente estudo (Pereira, 2018).

Quanto à ingestão alimentar dos adolescentes no almoço, os alimentos mais consumidos são o arroz (97,29%) e o feijão (91,89%). É importante destacar os benefícios desses alimentos tradicionais, principalmente para a população adolescente, que sofre constantes mudanças corporais, que requerem um maior aporte de nutrientes. Sendo assim, a combinação de arroz e feijão pode proporcionar adequado consumo de aminoácidos essenciais, extremamente necessários para esta faixa etária (Reis, 2016).

Entretanto, ao mesmo tempo, foi possível observar um baixo consumo de vegetais, tanto crus (29,72%), quanto cozidos (16,21%). É importante ressaltar que a baixa ingestão desses alimentos está associada ao desenvolvimento de sobrepeso, obesidade e de diversas doenças crônicas. Sendo assim, o hábito de ingerir vegetais, bem como frutas e demais alimentos *in natura*, além de prevenir o aparecimento de problemas de saúde, contribui na substituição da ingestão de alimentos calóricos, ricos em sal, açúcar e gordura. No jantar, também se destaca a baixa ingestão de verduras cruas (5,40%) e cozidas, mas ressalta-se a prevalente preferência por cuscuz (75,67%), um alimento marcante do Nordeste brasileiro, produzido a base de milho. O milho, por sua vez, também é caracterizado por ser um alimento rico em carboidratos, principalmente o amido, além de proteínas, vitaminas e minerais (Reis, 2016).

Referente ao lanche que fazem na escola, a maior parte (37,84%) afirmou ingerir a merenda escolar, enquanto um menor número (21,62%) come alimentos que levam de casa para a escola.

É importante ressaltar que a merenda, em escolas públicas, é um artifício utilizado pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) para desenvolver nos alunos adequados hábitos alimentares, com o objetivo de que estes permaneçam por toda a vida.

Entretanto, observa-se que a maior adesão à merenda escolar, geralmente, ocorre pelos adolescentes com menor renda familiar. Além disso, geralmente, os lanches oriundos de casa ingeridos na escola são altamente industrializados, necessitando de orientação nutricional devido à associação da ingestão desses com o aparecimento de obesidade e outras patologias (Azevedo, 2019).

A maioria (75,67%) indicou que o fator mais importante ao comer é a fome, e em segundo lugar está a vontade de comer (59,45%). Apenas uma pequena parte (8,10%) demonstrou importância ao valor nutricional dos alimentos.

Quanto a isto, destaca-se que um indivíduo pode ser estimulado a comer por muitos motivos, pela fome e pela vontade, pelo prazer, mas também por razões emocionais e culturais. Assim, entende-se que a escolha de um alimento pode ser determinada por múltiplos fatores, tornando-se um processo complexo à medida que aumentam as possibilidades de opção, tendo os piores resultados quando são escolhidos alimentos com poucas propriedades nutricionais (Moraes, 2017).

Quando questionados a respeito do consumo de refrigerante, a maioria (54,05%) relatou fazer a ingestão do mesmo três ou menos vezes na semana. Estudos mostram que o refrigerante é o sexto alimento mais consumidos pelos adolescentes brasileiros, consumo inferior quando comparado ao consumo de hortaliças, frutas e leite, por exemplo. Este é um fator preocupante, pois além de ser um alimento rico em açúcar, seu consumo exagerado a longo prazo está relacionado ao desenvolvimento de tumores malignos, enfraquecimento de dentes e ossos, dificuldades na absorção de cálcio, aumento de colesterol e triglicerídeos, danos cerebrais, entre outras ações (Martins e Vilela, 2018).

Com relação aos alimentos ultraprocessados, a maior parte (40,54%) consome de 3 a menos vezes na semana, enquanto um menor número (37,83%) afirmou uma maior frequência de 4 a 5 vezes na semana. Com isso, e a respeito dos dados encontrados, de forma geral, o consumo alimentar dos adolescentes é marcada pela presença de alimentos ultraprocessados, ricos em gordura, açúcares e sódio e baixo consumo de alimentos *in natura*, como hortaliças, ricas em fibras, vitaminas e minerais. Isto pode caracterizar uma futura geração composta por sobrepeso e obesidade e por doenças crônicas não-transmissíveis (Maia, 2018).

Os estudantes (51,35%) relatam conseguir analisar apenas algumas informações indicadas nos rótulos dos alimentos. Porém, ainda assim, alguns deles (21,62%) relataram não saber fazer esta análise. Os rótulos são umas das principais fontes de informações sobre os alimentos industrializados para os consumidores. Entretanto, assim como demonstrado por este estudo, nem todas as pessoas possuem o hábito de investigar os componentes dos alimentos adquiridos por eles, e quando o fazem, é de forma inadequada e insuficiente. Isto aumenta a probabilidade de erros alimentares (Lorraine Lindemann, 2016).

O estudo observou que apesar dos adolescentes já terem ouvido falar sobre macronutrientes e outros nutrientes, desconhecem os seus significados. Os parâmetros

mais conhecidos foram o açúcar e o sódio presente nos alimentos. Destaca-se que o conhecimento destes conteúdos é importante para a conscientização da necessidade de hábitos alimentares mais saudáveis. Portanto, para estimular a vontade dos estudantes de se aprofundarem mais nesses assuntos, é importante a utilização de estratégias no ambiente escolar. Para a fase da adolescência, atividades lúdicas, como o jogo de tabuleiro aplicado no presente estudo, são adequadas para promover a Educação Alimentar e Nutricional para os adolescentes na escola, e com isso, pode-se observar a melhoria de hábitos alimentares inadequados (Felipe, 2018).

O estudo sobre alimentação e nutrição no ensino fundamental e médio é pouco abordado. Disciplinas como Matemática, Inglês e Educação Física possuem poucos conteúdos relacionados com alimentação (Fiore, 2012). Menos da metade dos alunos (40,54%) responderam que já estudaram sobre nutrição no âmbito escolar. Considerando que este ambiente é um local privilegiado para a EAN, pois é nesse contexto que os indivíduos estão sendo formados para ter criticidade e para conhecer os diversos assuntos sobre a vida e a natureza humana, entender sobre alimentação e nutrição terá um impacto positivo sobre a qualidade de vida dos adolescentes (Borsoi, Teo e Mussio, 2016).

O conhecimento sobre cultura alimentar de povos antigos, estrangeiros e da atualidade, adaptações alimentares e transição alimentar demonstra como a Nutrição pode ser abordada na disciplina de História. Quando perguntado se era possível aprender um assunto jogando, 100% dos alunos responderam que sim. Desse modo, a discussão sobre nutrição, alimentação e História pode ser conduzida através de jogos, para facilitar e tornar mais compreensível o processo de ensino-aprendizagem (Giacomoni e Pereira, 2018). Portanto, jogo tipo tabuleiro foi assertivo em abordar a temática escolhida (Batista, 2018).

Com relação a definição de interdisciplinaridade pode parecer simples quando entendida apenas como junção de duas ou mais áreas ou disciplinas distintas. A metodologia utilizada determinará como os sujeitos compreenderão os assuntos abordados ali. A possibilidade de diálogo entre diferentes disciplinas e ciências apresenta aos envolvidos uma possibilidade de interligar e complementar saberes. Para Paulo Freire, em seu livro *Pedagogia do Oprimido* (1997), elementos como problematização, contextualização e coletividade são fundamentais na prática interdisciplinar (Oliveira e Santos, 2017). A junção de disciplinas beneficia os alunos, pois amplia o olhar sobre um ou mais conceitos, além de facilitar o saber. (Fazenda, José e Dos Santos, 2015).

Segundo Ottoni, Domene e Bandoni (2019), compreende-se como Educação Alimentar e Nutricional (EAN) um campo de 'conhecimento permanente, transdisciplinar, intersetorial e multiprofissional, de promoção de práticas autônomas e voluntárias de hábitos alimentares saudáveis, que utiliza a problematização, abordagens e recursos educativos ativos, considerando os sistemas alimentares e as interações e significados que compõem o comportamento alimentar'.

O decréscimo na porcentagem de alunos que responderam nunca terem ouvido

falar sobre a EAN (de 59,46% antes do jogo para 46,65% após o jogo) e o fato de menos da metade dos alunos terem respondido corretamente sobre o principal macronutriente presente na batata-doce (40,54% responderam corretamente antes do jogo e 43,24% após o jogo), pode ser explicado devido aos alunos estarem dispersos e agitados após a aplicação do jogo e responderem o questionário com certa rapidez, além de que a pergunta sobre a batata-doce foi a última do questionário, e a ligeireza pode ter contribuído para o resultado.

Antes e após a intervenção, os alunos responderam que EAN tem relação com a disciplina de biologia, diante de outras disciplinas como opção, inclusive História. A percepção dos alunos de que existe mais relação entre nutrição e biologia se dá pelo fato de que no conteúdo programático do ensino médio, nessa disciplina são abordados os assuntos biomoleculares, que compreendem também os estudos sobre macro e micromoléculas biológicas. Além disso, entende-se que o estudo sobre temas relacionados com a saúde é apenas pauta da disciplina de biologia.

Entretanto, a disciplina de História abre a discussão sobre cultura alimentar de diversos povos, a influência da imigração na gastronomia, costumes alimentares e transição alimentar e nutricional. Mais especificamente sobre os indígenas, nota-se que a transição alimentar e nutricional afetou de modo negativo o seu padrão alimentar, influenciando esses povos a variar seu cardápio, incluindo alimentos ricos em gorduras e aditivos químicos. Também é notório a prevalência de excesso de peso, aumento da circunferência da cintura, com consequente aumento dos níveis tensionais, principalmente em mulheres indígenas (Barros et al., 2018).

Para avaliar o conhecimento sobre as macromoléculas os alunos foram questionados sobre a definição de proteína, lipídio e carboidrato. Houve um aumento muito significativo no número de acertos após a intervenção, mostrando assim, o quão positivo foi o jogo para o entendimento da temática.

A escolha de alimentos deve ter como objetivo promover saúde e bem-estar. Os alimentos *in natura*, aqueles que não sofreram nenhuma alteração após deixarem a natureza, são fundamentais garantir nutrição balanceada, saborosa, preservando a cultura local e um ambiente sustentável (Brasil, 2014). A maioria dos alunos, antes e após a aplicação do jogo respondeu corretamente sobre a definição de alimentos naturais.

Maciel et al. (2016) verificou em seu estudo que, das 94 crianças que participaram da pesquisa, 12,3% delas teriam sido amamentadas com aleitamento exclusivo até o 6º mês de vida. Ser indígena no Brasil pode gerar maiores chances de não chegar ao primeiro ano de vida. Fatores como desnutrição, anemia, elevada carga de doenças infecciosas, parasitárias e exposição à transição alimentar e nutricional contribuem para uma maior mortalidade nessa população.

Por isso, destaca-se que o aleitamento exclusivo até 6º mês de vida garante menores chances de morbimortalidade, mal oclusão dentária e aumento do desenvolvimento

cognitivo, protege a criança contra infecções, diarreia, contaminações alimentares e por água, desnutrição, obesidade infantil, além de ser uma prática sem custo algum (Brasil, 2019).

CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados no presente estudo, foi possível observar que jogos educativos podem auxiliar no desenvolvimento e propagação da Educação Alimentar e Nutricional. Apesar dos erros alimentares detectados nos alunos participantes do projeto, os resultados do mesmo mostraram aumento significativo do conhecimento dos estudantes sobre temas que relacionam Nutrição e História.

Portanto, pode-se afirmar que o jogo tipo tabuleiro foi assertivo em abordar a temática escolhida. Dessa forma, destaca-se os benefícios de ideias como essas tanto para a Nutrição, quanto para a disciplina escolhida, abrindo novas possibilidades de promoção do saber a indivíduos tão suscetíveis a erros alimentares, como os adolescentes.

Possibilita ainda, uma integração maior entre educadores, educandos e profissionais da saúde em razão da interdisciplinaridade dentro do contexto de atividades lúdicas, como jogos experimentais, sendo estes adequados para promover a Educação Alimentar e Nutricional no ambiente escolar.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Poliana R.. Relação entre a adesão à alimentação escolar e o hábito alimentar de escolares adolescentes. Trabalho de Conclusão de Curso. *Universidade Federal de Mato Grosso-Faculdade de Nutrição*. Cuiabá, 2019.

BARROS, Gustavo G. de M. et al. Transição nutricional e sua relação com a prevalência de hipertensão arterial em índios brasileiros. *Revista Diálogos Acadêmicos*, Fortaleza, v. 7, n. 2, p.20-23, dez. 2018.

BATISTA, Sylvânia S. R. *Interdisciplinaridade, ensino de ciências e redesenho curricular do ensino médio inovador na regional de Silvânia - GO*. 2017. 102 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2018.

BORSOI, Aline T.; TEO, Carla Rosane Paz Arruda; MUSSIO, Bruna Roniza. Educação alimentar e nutricional no ambiente escolar: uma revisão integrativa. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 11, n. 3, p. 1441-1460, 2016.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais para a Educação Básica. Brasília: *Ministério da Educação, Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão*, 2013.

BRASIL. Desmistificando dúvidas sobre alimentação e nutrição : material de apoio para profissionais de saúde. *Ministério da Saúde/ Universidade Federal de Minas Gerais*. – Brasília, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. *Política Nacional de Alimentação e Nutrição*. Brasília: MS; 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Guia alimentar para a população brasileira*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Guia alimentar para crianças menores de 2 anos*. Brasília: Ministério da Saúde, 2019.

DE OLIVEIRA, Elisandra B.; DOS SANTOS, Franklin N. Pressupostos e definições em interdisciplinaridade: diálogo com alguns autores. *Interdisciplinaridade. Revista do Grupo de Estudos e Pesquisa em Interdisciplinaridade. ISSN 2179-0094.*, n. 11, p. 73-87, 2017.

FAZENDA, Ivani C. A.; JOSÉ, Mariana A. M.; DOS SANTOS, Carlos Alberto M. Formar pesquisadores interdisciplinares. *Revista Ciências Humanas*, v. 9, n. 1, p. 62-69, 2016.

FELIPE, Suzi M. D. A. Avaliação do nível de conhecimento e de consumo de crianças e adolescentes sobre hortaliças e frutas versus guloseimas. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Recife, 2018.

FIORE, Elaine G. et al. Abordagem dos temas alimentação e nutrição no material didático do ensino fundamental: interface com segurança alimentar e nutricional e parâmetros curriculares nacionais. *Saúde e Sociedade*, v. 21, p. 1063-1074, 2012.

FRANCO, Tula D. V. Interdisciplinaridade e educação. II Encontro de Pesquisadores Mineiros: *Pesquisa e Reflexão na Educação Básica-CAPES/FAPEMIG-Edital 13/2012*, p. 279, 2015.

GIACOMONI, Marcello P.; PEREIRA, Nilton M. *Jogos e ensino de história*. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2018. 129 p.

LEDA, Luisa C. Sistema tradicional de varejo de alimentos e sua importância para a segurança alimentar e nutricional: o caso do Distrito Federal. 2017.

LIMA, Marina M. D.; BUENO, Milena B. Avaliação de uma ação educativa nutricional para adolescentes de uma escola pública de ensino integral da cidade de Jundiá-SP. *J. Health Sci. Inst*, 34(4), 213-218, 2016.

LORAINÉ LINDEMANN, Ivana. et al. Leitura de rótulos alimentares entre usuários da atenção básica e fatores associados. *Cadernos Saúde Coletiva*, v. 24, n. 4, 2016.

MACIEL, Vanizia Barboza da Silva et al. Aleitamento materno em crianças indígenas de dois municípios da Amazônia Ocidental Brasileira. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 29, n. 4, p. 469-475, ago. 2016.

MAIA, Emanuella G. et al. Padrões alimentares, características sociodemográficas e comportamentais entre adolescentes brasileiros. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 21, p. e180009, 2018.

MARQUES, Michelle B. *O papel da proteína na hipertrofia*. 2017. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Faculdade Anhanguera de Guarulho, Guarulhos, 2017.

MARTINS, Grazieli V. A Efetivação do direito social à alimentação por meio de políticas públicas eficazes. *Direito & Realidade*, v. 6, n. 5, 2018.

MARTINS, Mateus S.B.; VILELA, Janaina S. Conhecimentos de adolescentes de uma escola particular sobre os malefícios do refrigerante. *Centro Universitário de Brasília – UNICEUB. Faculdade de Ciências da Educação e Saúde*. Curso de nutrição. Brasília, 2018.

MELO, Karen M. et al. Influência do comportamento dos pais durante a refeição e no excesso de peso na infância. *Escola Anna Nery Revista de Enfermagem*, v. 21, n. 4, p. 1-6, 2017.

MORAES, Jessica M. N.; ALVARENGA, Marle D. S. Por que as pessoas comem e o que comem? Comparação das motivações para comer entre dois contextos socioeconômicos díspares no Brasil. *Dissertação de pós-graduação*. Universidade de São Paulo- Faculdade de Saúde Pública, 2017.

NEUENFELDT, Adriano E.; RODRIGUES, Ariane. W. D. L.; OLIVEIRA, Waléria. F. Jogos interdisciplinares: uma possibilidade de interação criativa. *Revista Caderno Pedagógico*, v. 9, n. 1, 2012.

NUNES, Marcela. O.; ROCHA, Thiago. J. M.. Fatores condicionantes para a ocorrência de parasitoses entéricas de adolescentes. *Journal of Health & Biological Sciences*, v. 7, n. 3, p. 265-270, 2019.

OTTONI, Isabela C.; DOMENE, Semiramis M. Á.; BANDONI, Daniel Henrique. Educação Alimentar e Nutricional em escolas: uma visão do Brasil. *DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde*, [s.l.], v. 14, p.1-16, 27 jun. 2019. Universidade de Estado do Rio de Janeiro.

PEREIRA, Jaqueline L. et al. Prevalência do consumo e teor nutricional do café da manhã entre adolescentes da Pesquisa Nacional de Consumo Alimentar. *Jornal de Pediatria*, v. 94, n.6, p. 630-641, 2018.

PEREIRA, Tamara D. S.; PEREIRA, Rafaela. C.; ANGELIS-PEREIRA, Michel. C. D. Influência de intervenções educativas no conhecimento sobre alimentação e nutrição de adolescentes de uma escola pública. *Ciência & Saúde Coletiva*, 2017, 22(2), 427–435. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232017222.16582015>> Acesso em: 20 out. 2018.

PIRES, Nayara L. Bioquímica no ensino médio: Importância das noções de nutrição e hábitos alimentares. 38 fls. *Trabalho de Conclusão de Curso- Consórcio Setentrional de Educação à Distância*. Universidade de Brasília/ Universidade Estadual de Goiás, Formosa, 2011.

RAMBO, Tiago da R. et al. Análise crítica de um artigo científico sobre carboidratos e sua relação com o exercício profissional fisioterapêutico. *Anais do Salão de Ensino e de Extensão*, p. 39, 2019.

REIS, Andressa R.R., et al. Conhecendo os benefícios dos alimentos: alimentos funcionais. *EXTRAMUROS, UNIVASF*, V.4, N.2, 2016.

ROCHA, Diego P. *Alternativas didático-pedagógicas para auxílio no estudo da anatomia humana no ensino superior*. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Formação de Professores e Práticas Interdisciplinares. Universidade de Pernambuco (UPE)- Petrolina, PE, 2017.

SAMPAIO, Raquel M. de S. N.; LIMA, Rodrigo M. Conceitos científicos relativos a lipídios: concepções de alunos do ensino médio cidade de Campos dos Goytacazes, RJ.. In: IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 4., 2014, Campos dos Goytacazes. *Simpósio*. Ponta Grossa: Sinect, 2014. p. 1 - 11.

SANTOS, Diana S., et al. Transição nutricional na adolescência: uma abordagem dos últimos 10 anos. *Revista Eletrônica Acervo Saúde*, (20), e477-e477, 2019.

SILVA, Simoni. U. D. et al. As ações de educação alimentar e nutricional e o nutricionista no âmbito do Programa Nacional de Alimentação Escolar. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 23, p. 2671-2681, 2018.

SOUZA, Luciene. V.; ORNELLAS, Fabio. H. Avaliação do conhecimento nutricional de indivíduos eutróficos, sobrepesos e obesos e sua associação com o estado nutricional. *RBONE-Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, v. 5, n. 26, 2012.

VALENTIM, Emanuele. D. A. et al. Fatores associados à adesão à alimentação escolar por adolescentes de escolas públicas estaduais de Colombo, Paraná, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 33, p. e00061016, 2017.

VILLARD, Marina Bueno Paranhas. *Mudanças no padrão alimentar associadas à industrialização*. 2017. 44 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Centro Universitário Ibmrlaureate International Universities, Rio de Janeiro, 2017.

A IMPORTÂNCIA DO NUTRICIONISTA NA EQUIPE MULTIPROFISSIONAL NO CUIDADO DOS TRANSTORNOS ALIMENTARES

Data de aceite: 03/04/2023

Letícia Beatriz da Silva Alves

Centro Universitário Cesmac
Maceió - Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/4035472844440924>

Bruna Lemos Ribeiro

Centro Universitário Cesmac
Maceió - Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/2412954103977125>

Júnia Helena Porto Barbosa

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/5146558633564292>

RESUMO: **Objetivo:** Ressaltar a importância e o papel do nutricionista na equipe multiprofissional no cuidado dos transtornos alimentares. **Métodos:** Trata-se de uma revisão narrativa, realizada a partir de buscas nas bases de dados bibliográficas Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), biblioteca eletrônica Scientific Electronic Library Online (SciELO), google acadêmico e BVS –Biblioteca Virtual em Saúde. As pesquisas selecionadas foram publicadas nos idiomas português e inglês e que estivessem disponíveis na íntegra (online). **Resultados:** Sabendo que os TA acarretam distúrbios na

alimentação do indivíduo, a presença do nutricionista na equipe se faz necessária, tendo como primícia a avaliação do estado nutricional, avaliar o consumo alimentar do paciente para que possa modificar junto com ele, de forma responsável e gradativa, a anormalidade existente, melhorando assim a relação do paciente com a comida.

Conclusão: Conclui-se que a melhor forma de conduzir o tratamento dos TA é por meio da equipe multiprofissional, sendo a presença do nutricionista indispensável, para recuperação do estado nutricional e o estabelecimento de mudança de hábitos e comportamentos alimentares

PALAVRAS-CHAVE: Comportamento alimentar; Dietoterapia; Transtornos da alimentação.

INTRODUÇÃO

Os transtornos alimentares (TA) são distúrbios psicológicos caracterizados por comportamento alimentar disfuncional, com base na preocupação excessiva com a imagem corporal, crenças que associam à imagem ideal de magreza como por exemplo (CABRERA, 2006). Segundo Fortes *et al.* (2015) a insatisfação corporal

pode ser um fator de risco para o desenvolvimento dos TA, visto que decorrente da insatisfação pode surgir o medo excessivo de ganhar peso ou o desejo de perder peso. A insatisfação corporal é definida como um distúrbio atitudinal da Imagem corporal (IC), descrito como a avaliação subjetiva negativa da IC, que pode ser avaliada pela discrepância entre a IC real e a idealizada (LIRA, 2017).

Para tanto, os critérios de diagnóstico são definidos baseados pela Classificação Internacional de Doenças (CID 10) e no Manual Diagnóstico e Estatístico dos Transtornos Mentais (DSM 5), o qual denomina os TA em: anorexia nervosa, bulimia nervosa, transtorno de compulsão alimentar, pica, transtorno de ruminação, transtorno alimentar restritivo evitativo.

Com isso, para maior efetividade no tratamento do indivíduo, cada componente da equipe multiprofissional desempenha papel fundamental para tal recuperação dada a complexibilidade e multiplicidade de áreas que afetam a vida do indivíduo tendo em vista sua etiologia multidimensional (biológica, psicológica, clínica e sociocultural) (KOTILAHTI *et al.* 2020; ALVARENGA, *et al.* 2019). Considerando a importância do acompanhamento do paciente pela equipe multiprofissional, de acordo com a revisão sistemática realizada por Lisboa *et al.* (2021) foi possível observar que as equipes foram formadas por nutricionistas, psiquiatras, terapeutas, psicólogos, enfermeiros, podendo ser composta por outros profissionais necessários para a evolução do paciente.

Diante da complexibilidade dos TA, a literatura científica mostra que esses pacientes necessitam de atenção multiprofissional, e em virtude disto, o presente trabalho visa ressaltar a importância e o papel do nutricionista na equipe multiprofissional no cuidado dos transtornos alimentares.

METODOLOGIA

O presente trabalho trata-se de uma revisão narrativa da literatura (RSL), a qual apresenta como finalidade reunir e apresentar uma síntese das evidências contidas na literatura para contribuir com o desenvolvimento do conhecimento na temática, mediante a análise de artigos científicos publicados no idioma português.

Para isso, as buscas dos trabalhos foram realizadas nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), biblioteca eletrônica Scientific Electronic Library Online (SciELO), google acadêmico e BVS –Biblioteca Virtual em Saúde. Por fim, foram utilizadas as palavras-chaves em português: “Transtornos da alimentação”; “Anorexia”; “Bulimia”; “Comportamento alimentar”; “Dietoterapia”; “Equipe multiprofissional”.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante da complexidade das áreas afetadas decorrente dos TA, é necessário que o paciente seja acompanhado preferencialmente por equipe multiprofissional para maior efetividade no tratamento, sendo ela composta minimamente por psiquiatra, psicólogo e nutricionista.

Sendo evidenciada a necessidade do acompanhamento multiprofissional, é de grande importância ressaltar que um indivíduo com comportamento alimentar disfuncional, tenha mudanças no seu comportamento alimentar para melhoria da qualidade de vida e prevenir o surgimento de doenças.

Por isso, sabendo que os TA acarretam distúrbios na alimentação do indivíduo, a presença do nutricionista na equipe se faz necessária, tendo como primícia a avaliação do estado nutricional, avaliar o consumo alimentar do paciente para que possa modificar junto com ele, de forma responsável e gradativa, a anormalidade existente, melhorando assim a relação do paciente com a comida.

É papel do nutricionista que atua em TA abandonar as dietas restritivas para esses pacientes, pois normalmente eles realizam inúmeras restrições alimentares, e por fim ele tem a função de quebrar as crenças equivocadas relacionadas a alimentação e nutrição através da educação alimentar e nutricional.

ALVARENGA e SCAGLIUSI (2010) resalta que os objetivos da educação nutricional para esses pacientes é a eliminação do ciclo “dieta - compulsão - purgação” e o estabelecimento de um padrão alimentar adequado. Melhorando assim, a relação do paciente com a comida, através da mudança do hábito alimentar.

Sendo assim, é comum que a prática de dietas restritivas seja gatilho para o aparecimento de TA, podendo também acarretar diversos prejuízos (clínicos, físicos e psicológicos), sendo elas em sua maioria autoimpostas (ALVARENGA, *et al.* 2019). Resultando em práticas que levam ao sofrimento do indivíduo para poder manter o seguinte padrão alimentar, que não é sustentável a longo prazo.

Um dos prejuízos de importante relevância é a síndrome da realimentação, a qual é caracterizada como um desequilíbrio de eletrólitos e fluidos que pode levar a disfunções orgânicas, ao realimentar o paciente após um período de subnutrição, como: arritmias, falências cardíacas, alterações neurológicas e sintomas respiratórios.

O nutricionista que atua na área de TA é chamado de Terapeuta Nutricional, visto que, seu objetivo vai além de promover um bom estado nutricional e uma alimentação saudável, mas também promover a mudança de atitude e comportamento (ALVARENGA, *et al.* 2019). É de extrema importância que ele e outros profissionais envolvidos no tratamento de um paciente com TA, se mantenha atualizado, buscando se especializar e obter experiência para conduzir o tratamento da melhor maneira, pois dependendo de sua conduta o quadro clínico do paciente pode ser agravado.

Sabendo disso, é indispensável que o nutricionista tenha conhecimento básico em psicologia, psiquiatria, habilidades interpessoais e de comunicação e técnicas de mudança de comportamento, a fim de saber identificar um paciente com TA e conduzir o tratamento da melhor maneira (ALVARENGA, *et al.* 2019). Geralmente, esses pacientes possuem padrões de comportamentos que se observados e analisados por uma pessoa apta é possível ajudá-lo.

Por isso é importante estar atento e investigar sinais minuciosos, tais como os sintomas físicos, prática excessiva de exercício físico, prática de dietas restritivas, grande conhecimento sobre calorias e nutrição e preocupação excessiva com a composição corporal, visto que os pacientes dificilmente relatam tais sintomas de forma espontânea principalmente por motivos da falta de reconhecimento do quadro como uma doença. Além disso, esse diagnóstico costuma ser tardio e difícil, uma vez que os pacientes costumam negar comportamentos que podem ser relacionados com TA, um deles muito recorrente, principalmente em mulheres, é o medo de engravidar (FILHO (org.), 2019).

Nesse contexto, os questionários autoaplicáveis são uma alternativa para o rastreamento e avaliação dos TA. Entre as diversas opções disponíveis para avaliação do comportamento alimentar, destacamos o questionário Disordered Eating Attitude Scale (DEAS), o qual é um instrumento útil para prever sucesso no tratamento, pois, diferentemente de outros questionários validados para a população brasileira, ele aborda todos os comportamentos e atitudes relacionados aos TA, evidenciando assim a necessidade de mudança das atitudes alimentares e resultando na redução dos sintomas.

Além da ferramenta para avaliação do comportamento alimentar, também existem outras facilitadoras para o tratamento dos TA, que podem ser utilizados pelos nutricionistas, sendo exemplo de algumas delas, a Terapia cognitivo-comportamental (TCC), a entrevista motivacional, o comer intuitivo e o comer com atenção plena. (nutrição comportamental, 2019, pg 402)

A TCC é uma das terapias mais indicadas, a qual tem um modelo específico para o tratamento dos TA, denominado Cognitive Behavioral Therapy-Enhanced (CBT-E), visto que, busca minimizar e ampliar a capacidade de tolerar os pensamentos negativos sobre a imagem corporal e a comida objetivando a alteração de comportamentos prejudiciais dos pacientes.

O comer intuitivo e comer com atenção plena tem o intuito de ajudar os pacientes a reconhecerem sinais de fome e saciedade, pois eles tendem a negligenciá-los, em episódios compulsivos. Já a entrevista motivacional é uma abordagem que auxilia o indivíduo a reconhecer crenças acerca da imagem corporal e alimentação e buscar alternativas para modificar comportamentos disfuncionais.

Para tanto, é necessário ressaltar que se trata de doenças nas quais o paciente deve ser acompanhado a longo prazo tendo como primícia a minimização dos danos decorrentes dos TA. Por esse motivo, o tratamento desse indivíduo não deve ser limitado

ao acompanhamento psicológico, uma vez que, no decorrer do tratamento podem surgir diversas complicações, uma delas é a Síndrome da Realimentação que pode ser fatal, por esse motivo a necessidade da intervenção nutricional é indispensável, para que o indivíduo consiga restabelecer o estado nutricional (FILHO (org.), 2019).

CONCLUSÃO

Decorrente da problemática exposta, conclui-se que a melhor forma de conduzir o tratamento dos TA é por meio da equipe multiprofissional, sendo a presença do nutricionista indispensável, para recuperação do estado nutricional e o estabelecimento de mudança de hábitos e comportamentos alimentares, uma vez que os pacientes com transtornos alimentares sofrem com inúmeras perturbações decorrentes dos hábitos alimentares inadequados.

Além do acompanhamento multiprofissional, a rede de apoio é indispensável no decorrer do tratamento, sendo assim a família e amigos devem ser compreensivos de modo que o paciente seja acolhido e sinta-se motivado para as mudanças.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, Marle *et al.* **Nutrição comportamental**. 2. ed. Barueri: Manole, 2019.

ALVARENGA, M. S; SCAGLIUSI, F. B. **Tratamento nutricional da bulimia nervosa**. *Rev. Nutr.* [online], v. 23, n. 5, p. 907-918, 2010

CABRERA, C. C. **ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO INTERDISCIPLINAR NO CUIDADO COM O PACIENTE COM TRANSTORNO ALIMENTAR: O TRATAMENTO FARMACOLÓGICO**. *Medicina (Ribeirão Preto)*, [S. l.], v. 39, n. 3, p. 375-380, 2006. DOI: 10.11606/issn.2176-7262.v39i3p375-380. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rmrp/article/view/703>. Acesso em: 20 maio. 2022.

LIRA, A. G. *et al.* **Uso de redes sociais, influência da mídia e insatisfação com a imagem corporal de adolescentes brasileiras**. *Jornal Brasileiro de Psiquiatria*, v. 66, n. J. bras. psiquiatr., 2017 66(3), p. 164–171, jul. 2017.

Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais: DSM-5. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

FILHO, David Alves de Albuquerque (org.). **Transtornos alimentares: um guia prático**. Curitiba: CRV, 2019.

FORTES, L. de S. *et al.* **Autoestima, insatisfação corporal e internalização do ideal de magreza influenciam os comportamentos de risco para transtornos alimentares?** *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 28, n. 3, p. 253-264, Jun 2015.

KOTILAHTI, E., WEST, M., ISOMAA, R., KARHUNEN, L., ROCKS, T., & RUUSUNEN, A. **Treatment interventions for Severe and Enduring Eating Disorders: Systematic review**. *The International journal of eating disorders*. 2020.

LISBOA, Julianne Isabelle Vanderlei *et al.* **O papel da equipe multiprofissional no tratamento dos transtornos alimentares. Grupo Tiradentes**, Maceió, AL, fev., 2021. Disponível em: <https://openrit.grupotiradentes.com/xmlui/handle/set/3893>. Acesso em: 20 maio. 2022.

Tiggemann M, Slater A. **NetGirls: the Internet, Facebook, and body image concern in adolescent girls**. *Int J Eat Disord*. 2013;46(6):630-3

Uchoa FNM, Lustosa RP, Rocha MTM, Daniele TMC, Deana NF, Alves N, *et al.* **Media influence and body dissatisfaction in Brazilian adolescents**. *Biomed Res*. 2017;28(6):2445-51

AVALIAÇÃO DO PERFIL DO CONSUMO ALIMENTAR DE CLIENTES DE UM RESTAURANTE TIPO SELF SERVICE E A POSSÍVEL CORRELAÇÃO COM DOENÇAS CRÔNICAS NÃO TRANSMISSÍVEIS

Data de submissão: 09/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Alex Melo Braga

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/3343897823939005>

Rodrigo Rodrigues Cassiano da Silva

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/8850337692948178>

Eliane Costa Souza

Centro Universitário Cesmac
Maceió – Alagoas
<http://lattes.cnpq.br/8850337692948178>

RESUMO: As doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) são desenvolvidas por vários fatores que aparecem no decorrer do tempo como as doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e muitas outras. O consumo alimentar através de escolhas saudáveis ou não, estão diretamente relacionadas ao desenvolvimento dessas doenças. O objetivo do presente estudo foi avaliar o perfil do consumo alimentar de clientes de um restaurante tipo self service e a possível correlação com doenças crônicas degenerativas. A pesquisa foi descritiva observacional. A coleta dos dados foi

realizada no mês de agosto de 2019, no período de três dias, durante o horário do almoço. Foi elaborada uma planilha contendo todos os grupos alimentares, e conforme os clientes pesavam e faziam o pagamento eram anotadas as escolhas alimentares dos mesmos. 52% dos clientes consumiram vegetais crus e cozidos, 47% frituras e apenas 14% e 11% as frutas e doces respectivamente, onde o consumo destes alimentos pode aumentar o risco de desenvolver doenças como obesidade, pressão alta, diabetes e câncer. Foi encontrado um maior consumo de doces e frituras pelo sexo feminino. A utilização de frituras com o óleo como fonte de ácidos graxos saturados esta diretamente relacionada com o aparecimento de doenças cardíacas e hipertensão arterial. Neste contexto, tanto as mulheres como os homens precisam melhorar suas escolhas alimentares para não correr o risco de ao longo do tempo desenvolverem Doenças Crônicas Não Transmissíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Dieta saudável. Doenças não Transmissíveis. Educação Alimentar e Nutricional.

EVALUATION OF THE PROFILE OF THE FOOD CONSUMPTION OF CUSTOMERS OF A RESTAURANT TYPE SELF SERVICE AND THE POSSIBLE CORRELATION WITH CHRONIC NON-COMMUNICABLE DISEASES

ABSTRACT: Chronic non-communicable diseases (NCDs) are developed by several factors that appear over time such as cardiovascular diseases, diabetes, cancer and many others. Food consumption through healthy choices or not are directly related to the development of these diseases. The aim of this study was to evaluate the profile of food consumption of customers of a self-service restaurant and the possible correlation with chronic degenerative diseases. The research was descriptive observational. Data were collected in August 2019, in the period of three days, during lunch time. A spreadsheet was elaborated containing all the food groups, and as the customers weighed and made the payment, their food choices were noted. 52% of customers consumed raw and cooked vegetables, 47% fried and only 14% and 11% fruits and sweets respectively, where low consumption of these foods can increase the risk of developing diseases such as obesity, high blood pressure, diabetes and cancer. A higher consumption of sweets and fried foods was found by females. The use of fried foods with oil as a source of saturated fatty acids is directly related to the onset of heart disease and hypertension. In this context, both women and men need to improve their food choices so as not to run the risk of developing Chronic Noncommunicable Diseases over time.

KEYWORDS: Diet, Healthy. Noncommunicable Diseases. Food and Nutrition Education.

INTRODUÇÃO

Existem diversos restaurantes com os mais variados tipos de serviços, porém o mais escolhido pela população é o restaurante tipo *Self-service* (autosserviço), sendo essa preferência provavelmente, devido as características encontradas nesses estabelecimentos, como ter a oferta de uma variedade de preparações quentes e frias e ainda a possibilidade de realizar o pagamento por quilo ou um valor pré-determinado (SANCHES; SALAY, 2011).

No restaurante tipo Self service são ofertadas amplas opções alimentares e, portanto o cliente tem autonomia para escolher o que quer comer, e essas escolhas são determinadas por parâmetros individuais como os de origem biológica, econômica e cultural, mas vale salientar que as características sensoriais (sabor e aroma) e a apresentação visual também influenciam na aceitação e preferência dos alimentos pelos clientes (JOMORI et al., 2008).

Porém, acreditasse que a praticidade de se escolher qualitativamente e quantitativamente os alimentos de um cardápio com tantas opções alimentares como em um restaurante tipo Self service, pode contribuir para escolhas saudáveis ou não, podendo levar ao desenvolvimento ou agravar as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) (FONSECA, 2022; FISZMAN; MATOS, 2003).

As DCNT se caracterizam e originam-se respectivamente:

“Por um conjunto de patologias de múltiplas causas e fatores de risco, longos períodos de latência e curso prolongado. Origem não infecciosa e podem resultar em incapacidades funcionais” (BRASIL, 2008).

O controle das DCNT pode ser obtido pela prevenção dos fatores de risco em comum a melhores condições e qualidade de vida. A alimentação é um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento dessas doenças (BRASIL, 2014).

A transição do perfil nutricional ocorrida nos últimos 30 anos trouxe consigo sérios problemas de saúde, dentre eles o sobrepeso, a obesidade e suas comorbidades (DUTRA; FREITAS; PORTO, 2017). Sendo assim a ingestão de nutrientes, propiciada pela alimentação, é essencial para a boa saúde (BRASIL, 2014).

As doenças como diabetes mellitus, doenças cardiovasculares, câncer e hipertensão arterial, compõem um grupo de patologias que necessitam de um longo período de latência, tempo de evolução prolongado, lesões graves e irreversíveis, que geram um grau de incapacidade e até mesmo o óbito (MARIATH et al., 2007).

Sabe-se que o surgimento de doenças crônicas não transmissíveis está relacionado com o fator genético, tão como está relacionada com a alimentação, portanto o consumo alimentar adequado é de extrema importância para a saúde do ser humano, mas as pessoas tendem a seguir hábitos alimentares saudáveis ou priorizam muitas vezes preparações alimentares não tão saudáveis.

Devido à importância de uma alimentação saudável e a correlação desta na saúde humana, o objetivo desta pesquisa é conhecer o consumo alimentar de clientes de um restaurante tipo Self service na cidade de Maceió/AL.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi descritiva observacional. A coleta dos dados foi realizada no mês de agosto de 2019, no período de 3 dias, durante o horário do almoço na etapa de pesagem e pagamento. Foi elaborada uma planilha contendo os seguintes itens: qual o gênero do cliente, vegetal cru/cozido, proteína, guarnição, fritura, arroz comum e integral, feijão, macarrão comum e integral, fruta in natura e doces, com as seguintes opções de respostas respectivamente: feminino ou masculino e sim ou não. Após a coleta, os dados foram inseridos no programa Excel versão 2010 para a compilação dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Diretriz 01 contida no Guia Alimentar da população Brasileira, que se refere aos alimentos saudáveis e às refeições no seu conjunto, valoriza o consumo diário de alimentos como cereais principalmente os integrais, leguminosas, hortaliças, frutas, alimentos de origem animal, como também a redução da ingestão de frituras e alimentos com excesso de açúcares (BRASIL, 2008).

52% dos clientes consumiram vegetais crus e cozidos, 47% frituras e apenas 14% e 11% as frutas e doces respectivamente (Tabela 1).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) determina a ingestão diária de no mínimo

400 gramas de hortaliças e frutas, o que equivale de modo geral a cinco porções (BRASIL, 2014).

O consumo de frutas, legumes e verduras exerce papel fundamental na promoção e na manutenção da saúde, sendo essencial para uma melhor qualidade de vida. Entretanto, muitas pessoas possuem baixo consumo destes alimentos, o que pode aumentar o risco de desenvolver doenças como obesidade, pressão alta, diabetes e câncer. Dados do Brasil mostram que apenas 36% da população consome estes alimentos regularmente (cinco vezes ou mais por semana) (BRASIL, 2014).

Nº de clientes/ Alimentos	Total Geral	Consumiram Alimento	%	Não Consumiram Alimento	%
Vegetal cru/cozido	377	196	52	181	48
Proteínas	377	298	79	79	21
Guarnição	377	197	52	180	48
Frituras	377	138	47	239	53
Arroz Branco	377	147	39	230	61
Arroz integral	377	64	17	313	83
Feijão	377	117	31	260	69
Macarrão comum	377	42	11	335	89
Macarrão integral	377	26	07	351	93
Frutas in natura	377	55	14	322	86
Doces	377	41	11	336	89

Tabela 1. Consumo alimentar dos clientes de um restaurante tipo Self service na cidade de Maceió/AL.

Fonte: dados da pesquisa.

Em relação às frutas e vegetais, muitos efeitos positivos à saúde têm sido atribuídos aos compostos fenólicos presentes nestes alimentos. Pesquisas clínicas apresentam várias ações a nível biológico em relação aos compostos fenólicos como: atividades antioxidantes, anti-inflamatória e anti-carcinogênica (BEER et al., 2003; DELMAS; JANNIN; LATRUFFE, 2005). Além disso, são alimentos ricos em fibras e possuem baixa densidade energética aumentando a saciedade (efeito manifestado após o término da alimentação) e a saciação (efeito que determina a finalização da refeição) quando ingeridas (BARRETO et al, 2005).

Observa-se na Tabela 1 que 21% dos clientes não consumiram proteína como prato principal, porém 48% optaram por guarnições, onde essas eram representadas por lasanha, escondidinho de charque e torta de frango, onde provavelmente as pessoas veem as guarnições como um substituto da proteína, mas vale considerar que essa troca não é tão benéfica uma vez que essas preparações são compostas principalmente de carboidratos e gordura, acrescentando na preparação final um alto valor calórico.

A Tabela 1 apresenta o valor de 47% de comensais que ingerem alimentos fritos. Durante o processo de fritura, são formados produtos tóxicos ou cancerígenos, tais como acroleína e peróxidos (MARQUES; VALENTE; ROSA, 2009).

A batata inglesa estava entre os alimentos fritos consumidos pelos clientes no

presente estudo, de acordo com Damy e Jorge (2003) em um estudo para determinar as alterações físicas e químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua de batata, concluíram que ocorreram níveis altos de alteração do óleo.

Observa-se na Figura 1 que 56% dos clientes consomem mais arroz comum e integral do que feijão de caldo (31%) e macarrão (18%).

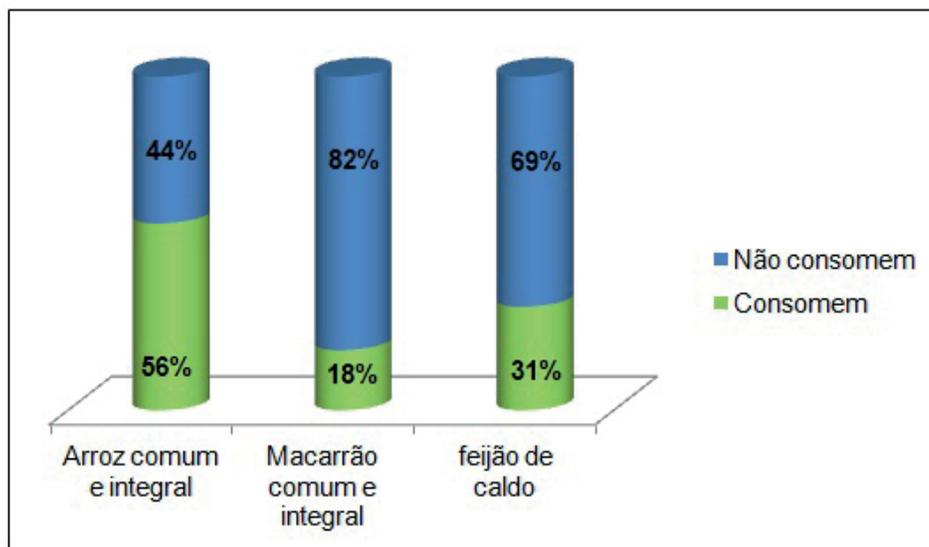


Figura 1. Percentual do consumo das preprações de acompanhamento (arroz e macarrão comum e integral e feijão de caldo) por clientes de um restaurante tipo Self service na cidade de Maceió/AL.

Fonte: dados da pesquisa.

Sabe-se que os aminoácidos limitantes essenciais estão presentes na dieta para o máximo desempenho animal e síntese proteica, não sendo eles sintetizados pelo organismo humano. Assim se faz necessário sua obtenção através da dieta. Os cereais são ricos em lisina, já as leguminosas ricas em metionina (SLYWITCH, 2012).

A lisina é um componente estrutural do colágeno, regula a produção de oxido nítrico (importante para o sistema imunológico) e possui ação antiviral. Já a metionina é uma importante fonte de enxofre (construção de proteínas e vitaminas de coagulação sanguínea) e responsável pela produção de moléculas importantes para o funcionamento das células (HASSUNUMA et al., 2019).

Portanto de acordo com a Figura 1, os clientes não fizeram uso dos alimentos (arroz e feijão) em conjunto, preferindo o arroz, ficando dessa forma limitante a ingestão do aminoácido metionina.

Quando observamos a Figura 1, vemos o consumo de alguns tipos de arroz,

macarrões e feijões, em relação às fibras alimentares observamos na tabela de composição química TACO, que não existe diferença significativa de fibras do arroz branco para o integral, nem do macarrão comum para o integral (a diferença entre eles está no índice glicêmico). Porém o feijão, tanto o carioca quanto o preto, possuem quatro vezes mais fibras alimentares do que o arroz e macarrão, tanto do tipo comum quanto do integral (NEPA – UNICAMP, 2004).

Na Tabela 2 verifica-se que dos 377 clientes observados, a predominância foi do gênero feminino 56,24%, (n=212), seguido pelo gênero masculino com 43,76% (n=165).

Nº de clientes/ Alimentos	Total (M)	Consumiram Alimentos	%	Total (F)	Consumiram Alimentos	%
Vegetal cru/cozido	165	82	49,7	212	114	56,8
Proteínas	165	140	84,5	212	158	74,5
Guarnição	165	86	52,1	212	111	52,3
Frituras	165	59	35,7	212	79	37,2
Arroz Branco	165	71	43,0	212	76	35,8
Arroz integral	165	31	18,8	212	33	15,6
Feijão	165	57	34,5	212	60	28,3
Macarrão comum	165	15	9,09	212	27	12,7
Macarrão integral	165	09	5,45	212	17	8,02
Frutas in natura	165	18	10,9	212	37	17,4
Doces	165	11	6,67	212	30	14,1

M - Gênero masculino, F - Gênero feminino.

Tabela 2. Consumo alimentar dos clientes do sexo masculino e feminino de um restaurante tipo Self service na cidade de Maceió/AL.

Fonte: dados da pesquisa.

A Tabela 1 apresenta o resultado de um consumo maior de vegetais, frituras, macarrão, frutas e doces pelo sexo feminino, em contrapartida o sexo masculino consumiram mais proteína, arroz e feijão.

No Brasil, 18,2% da população consome cinco porções de frutas e hortaliças em cinco ou mais dias por semana, 34% consomem alimentos com alto teor de gordura e 28% consomem refrigerantes cinco ou mais dias por semana (BRASIL, 2011).

Vale salientar que na presente pesquisa o consumo menor de frutas e vegetais pelo sexo masculino é preocupante já que uma menor ingestão desses alimentos faz parte de um dos dez principais fatores de risco para a o desenvolvimento de DCNT (BARBOSA, 2012).

Na pesquisa de Candeias e Souza Amaral (2016) realizado no Município de Rondolândia - MT com 266 mulheres do programa Bolsa Família apresentou nos resultados que 86% consomem hortaliças na sua alimentação.

Em um estudo publicado no International Journal of Cardiology detectou que o risco

para doença cardíacas foi diminuído em 12 % com o consumo de 477 g/dia de frutas e vegetais, em 16 % com o consumo de 300g/dia de frutas e 18 % com o consumo de 400g/dia de vegetais (GAN et al., 2015).

As frutas e hortaliças possuem uma grande importância, pois são fontes de vitaminas, minerais, fibras e fitoquímicos que auxiliam na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e a manutenção do peso (ABREU; SPINELLI, 2014).

No estudo de Castanho et al. (2013) que avaliou a ingestão de hortifrútis associado à Síndrome Metabólica e seus componentes em uma amostra de indivíduos adultos, onde o consumo adequado destes se mostrou protetor para obesidade abdominal, triglicérido alto e Síndrome Metabólica.

Em relação ao maior consumo de doces e frituras pelo sexo feminino encontrado no presente estudo vai contra os resultados de Souza et al. (2021) em um estudo desenvolvido no Acre, onde a prevalência do consumo de doces e frituras foi do sexo masculino.

O açúcar é um produto extraído da cana - de açúcar, e é extremamente utilizado em diversas preparações de sobremesas doces, na fabricação de xaropes e para a conservação de alimentos, entrando dessa forma no hábito alimentar das pessoas (DALMOLIN; PERES; NOGUERA, 2013).

A elevada ingestão de açúcar tem sido frequentemente associada ao desenvolvimento de várias patologias, incluindo-se a obesidade, sendo preocupante uma vez que a obesidade por si só, já é uma enorme precursora para o desencadeamento de doenças crônicas não transmissíveis (LAMOUNIER, 2007).

Piati, Felicetti e Lopes (2009) em um estudo realizado no Paraná, detectaram que 43% dos indivíduos analisados ingerem frituras mais de 3x/semana sendo essa fonte de ácidos graxos saturados e a alta frequência de consumo relacionada ao aparecimento de DCNT como as doenças cardiovasculares e hipertensão arterial sistêmica.

CONCLUSÃO

Foi possível concluir que os clientes do restaurante tipo self service consomem uma alimentação variada, contendo de maneira geral todos os grupos alimentares, porém as mulheres consomem bem mais frutas, verduras, frituras e doces que os homens. Neste contexto, tanto as mulheres como os homens precisam melhorar suas escolhas alimentares para não correr o risco de ao longo do tempo desenvolver Doenças Crônicas Não Transmissíveis.

Faz-se necessário que o estabelecimento do presente estudo contribua de maneira positiva, realizando ações educativas a fim de promover hábitos mais saudáveis aos seus clientes, podendo proporcionar maior qualidade de vida e redução do risco de doenças.

REFERÊNCIAS

- ABREU, E. S.; SPINELLI, M. G. N. **Seleção e preparo de alimentos: gastronomia e nutrição**. 1. ed. São Paulo: Metha, 2014. 400 p.
- BARBOSA, S. J. O. Consumo Alimentar, seus Fatores Explicativos e a Associação com a Obesidade Abdominal em População de Etnia Negra de Salvador. Salvador, 2012. 112 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal da Bahia.
- BARRETO, S. M. et al. Análise da Estratégia Global para Alimentação, Atividade Física e Saúde, da Organização Mundial da Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.14, n° 1, p. 41 – 68. 2005.
- BEER, D. et al. Antioxidant activity of South African red and white cultivar wines: Free radical scavenging. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p.902-909. 2003.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. . Guia alimentar para a população brasileira: promovendo a alimentação saudável / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde – Brasília: Ministério da Saúde, 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **Diretrizes e Recomendações para o Cuidado Integral de Doenças crônicas Não transmissíveis: promoção da saúde, vigilância, prevenção e assistência**. Brasília: MS; 2008.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção a Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Guia alimentar para a população brasileira**. Brasília: MS, – 2. ed., 156 p., 2014.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Universidade Federal de Minas Gerais. **Na cozinha com as frutas, legumes e verduras** / Ministério da Saúde, Universidade Federal de Minas Gerais. – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação de Saúde. **Plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) no Brasil 2011-2022**. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.
- CANDEIAS, V. L.; SOUZA AMARAL, J. Avaliação de o consumo alimentar das mulheres atendidas pelo Programa Bolsa Família do Município de Rondolândia-MT. **XVI Jornada científica da UNESC**, n. 1, p. 1-9, 2016.
- CASTANHO, G. K. F. et al. Consumo de frutas, verduras e legumes associado à Síndrome Metabólica e seus componentes em amostra populacional adulta. **Ciência e Saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 385-392, 2013.
- DALMOLIN, V. T. S.; PERES, P. E. C.; NOGUERA, J. O. C. A relação educação e saúde: uma abordagem sobre o excesso de consumo de açúcar pelo jovem. **Revista Monografias Ambientais**, v. 10, n.10, 2013.
- DAMY, P. C.; JORGE, N. Determinações físico-químicas do óleo de soja e da gordura vegetal hidrogenada durante o processo de fritura descontínua. **Braz J Food Technol**, v. 6, n°2. 2003.

DELMAS, D.; JANNIN, B.; LATRUFFE, N.. Resveratrol: Preventing properties against vascular alterations and ageing. *Mol. Nutr. Food Res.*, v. 49, p. 377-395, 2005

DUTRA, S.; FREITAS, T.; PORTO, E. A influência do sobrepeso e obesidade sobre o estilo de vida. *Life Style*, v. 4, n. 1, p. 15-30, 2017.

FISZMAN, R.; MATOS, M. F. D. Estratégias de prevenção para doenças cardiovasculares e promoção de saúde. *Revista Socerj.*, Rio de Janeiro, v. 16, n. 2, p. 133-140, 2003.

FONSECA, M.T. **Tecnologias gerenciais de restaurantes**. Senac, São Paulo, 8. ed., 216p., 2022.

GAN, Yong et al. Consumption of fruit and vegetable and risk of coronary heart disease: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Int J Cardiol.* v. 15, n. 183, p. 129-37, mar., 2015.

JESSE, C. S. **Terapia nutricional durante o climatério e menopausa**. 2012. Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ, 2012.

JOMORI, M. M.; PROENÇA, R. P. C.; CALVO, M. C. M. Determinantes das escolhas alimentares. *Rev Nutr.*, Campinas, v. 21, n. 1, p. 63-73, 2008.

LAMOUNIER, J. A.; PARIZZI, M. R. Obesidade e saúde pública. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.23, n. 6, p. 1497-1499, 2007.

MARIATH, A. B. et al. Obesidade e fatores de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis entre usuários de unidade de alimentação e nutrição. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 23, n. 4, p. 897-905, 2007.

MARQUES, A.C.; VALENTE, T. B.; ROSA, C. S. Formação de toxinas durante o processamento de alimentos e as possíveis consequências para o organismo humano. *Rev Nutr.* v. 22, nº 2. 2009.

PIATI, J; FELICETTI, R,C; LOPES,C,A. Perfil Nutricional de Hipertensos Acompanhados pelo Hiperdia em Unidade Básica de Saúde de Cidade Paranaense. *Ver. Bras. Hipertens.* v.16, n. 2, p. 123-129, 2009.

SANCHES M.; SALAY E. Alimentação fora do domicílio de consumidores do município de Campinas, São Paulo. *Rev. Nutr.*, Campinas, v. 24, n. 2, p. 295-304, 2011.

SANTOS, T. S. *et al.* **ASPECTOS NUTRICIONAIS E MANEJO ALIMENTAR EM MULHERES COM SÍNDROME DOS OVÁRIOS POLICÍSTICOS**. Revista Saúde em Foco –, ed. Edição nº 11, p. 649-670, 2019.

SLYWITCH, E. **Guia alimentar de dietas vegetarianas para adultos**. São Paulo, 2012.

SOUZA, P. A. A. et al. Consumo de doces e sua associação com variáveis individuais, socioeconômicas e alimentares no município de Mâncio Lima, Acre. *Scientia Naturalis*, Rio Branco, v. 3, n. 5, p. 2004-2029, 2021.

Tabela **Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)** 1ª ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 2004.

EFEITOS DA CREATINA NA SUPLEMENTAÇÃO NUTRICIONAL PARA O DESEMPENHO FÍSICO

Data de submissão: 06/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Arnaldo Grigorio de Oliveira Júnior

Centro Universitário Cesmac
Maceió – AL
ID LATTES: 8075201730989416

Júnia Helena Porto Barbosa

Centro Universitário Cesmac
Maceió – AL
ID LATTES: 5146558633564292

Natasha Maria Martins Pinheiro

Centro Universitário Cesmac
Maceió – AL
ID LATTES: 3715734954282392

RESUMO: A prática de atividade física regular tem papel de destaque na melhora da capacidade funcional. Atualmente, a prática de atividades físicas tornou-se um hábito, aderido por boa parte da população. Dessa forma, a suplementação é um mecanismo muito empregado por praticantes de exercícios físicos, acima de tudo, por aqueles que querem praticar atividades de alta intensidade. A creatina (ácido metil guanidino acético) é um aminoácido que, além de ser encontrado em alguns alimentos, também é produzido endogenamente, por um processo que envolve órgãos como fígado, rins e

pâncreas e usa como substratos outros aminoácidos (glicina, metionina e arginina). A coleta de dados deu-se por meio de artigos nas seguintes plataformas: PubMed (National Library of Medicine), SciELO (Scientific Electronic Library Online) LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e Google Scholar por meio dos descritores: Creatina, suplemento nutricional, desempenho físico. Selecionouse artigos publicados entre os anos de 2018 a 2022 com idiomas inglês e português. Ao analisar o uso da creatina isoladamente, não foram encontradas evidências suficientes que consolidem a associação entre efeitos colaterais negativos e o uso desta substância. O uso da creatina é seguro por pessoas saudáveis, quando em doses adequadas.

PALAVRAS-CHAVE: Creatina. Suplemento nutricional. Desempenho físico.

EFFECTS OF CREATINE IN NUTRITIONAL SUPPLEMENTATION FOR PHYSICAL PERFORMANCE

ABSTRACT: The practice of regular physical activity has an important role in improving functional capacity. Currently, the practice of physical activities has become a habit,

adhered to by much of the population. Thus, supplementation is a mechanism widely used by exercise practitioners, above all, by those who want to practice high intensity activities. Creatine (methyl guanidino acetic acid) is an amino acid that, besides being found in some foods, is also produced endogenously, through a process involving organs such as the liver, kidneys, and pancreas, and uses other amino acids (glycine, methionine, and arginine) as substrates. The data collection was done through articles in the following platforms: PubMed (National Library of Medicine), SciELO (Scientific Electronic Library Online) LILACS (Latin American and Caribbean Literature on Health Sciences) and Google Scholar using the descriptors: Creatine, nutritional supplement, physical performance. Articles published between the years 2018 to 2022 with English and Portuguese languages were selected. When analyzing the use of creatine alone, no sufficient evidence was found to consolidate the association between negative side effects and the use of this substance. The use of creatine is safe for healthy people, when in appropriate doses.

KEYWORDS: Creatine. Nutritional supplement. Physical performance.

1 | INTRODUÇÃO

A prática de atividade física regular tem papel de destaque na melhora da capacidade funcional à medida que reflete nas habilidades físicas, na dependência para realizar as atividades de vida diária (AVDs), na aparência de vigor físico e na interação social, interferindo até mesmo no âmbito da saúde mental (MENEZES *et al.*, 2020). Em relatório proposto pela Organização das Nações Unidas (2017), as atividades físicas são caracterizadas como aspecto de desenvolvimento humano, tratadas como direito alienável, desde que valorizadas pelas pessoas e tendo o âmbito do lazer como ponto de partida do debate.

Nesse contexto, durante a última década, a prática de atividades físicas tornou-se um hábito, aderido por boa parte da população, elevando assim a busca por centro de treinamento e academias. Simultaneamente, a comercialização dos suplementos alimentares, teve um crescimento, seja devido à busca por melhor estética ou para obtenção de um melhor desempenho físico (DA SILVA; JUNIOR., 2020).

Dessa forma, a suplementação é um mecanismo muito empregado por praticantes de exercícios físicos, acima de tudo, por aqueles que querem praticar atividades de alta intensidade. Porém, existem diversos fatores que podem contribuir para a adesão da prática da suplementação (ALMEIDA *et al.*, 2018).

A creatina (ácido metil guanidino acético) é um aminoácido que, além de ser encontrado em alguns alimentos, também é produzido endogenamente, por um processo que envolve órgãos como fígado, rins e pâncreas e usa como substratos outros aminoácidos (glicina, metionina e arginina) (DO NASCIMENTO; DE SOUZA AMARAL., 2020). É utilizada como recurso ergogênico dietético desde seu comprovado aumento da creatina muscular e os achados na literatura mostram ainda que pode promover maior desempenho e ganho de massa magra e força (CASSIANO *et al.*, 2021)

Cerca de 40% da quantidade armazenada no músculo permanece como creatina e 60% torna-se fosfocreatina (PCr), sendo que essa forma fica retida no músculo e servindo posteriormente como reservatório, que poderá ser utilizado de acordo com a demanda energética. No músculo esquelético ocorre uma reação envolvendo a adenosina trifosfato (ATP) com a creatina por meio da enzima creatina quinase, gerando adenosina difosfato (ADP) e PCr, como por exemplo quando o ATP ou pH intramuscular diminuem, o que leva à formação de mais ATP a partir da PCr. A PCr e creatina atuam também com efeitos antioxidantes e mecânicos na proteção celular, por exemplo em células nervosas e em eritrócitos (VEGA; HUIDOBRO., 2019).

Grande parte dos atletas e praticantes de musculação usam a suplementação com intuito principal de aumentar a massa muscular através da força, velocidade e potência nos exercícios, levando ganhos significativos na melhoria da performance física. No entanto, sem indicação ou acompanhamento do profissional de nutrição pode não ser tão eficiente no organismo ou ainda causar efeitos colaterais indesejados (DOS SANTOS; DA SILVA MARTINS; DE SALES FERREIRA., 2021).

Os benefícios da creatina para o desempenho durante o exercício físico estão associados à elevação da energia intracelular, aumento da taxa de ressíntese da proteína C-reativa (PCr), redução do acúmulo de fosfato inorgânico e elevação do pH, fatores que promovem maior síntese e reparação dos tecidos musculares, destacando-se como essencial para exercícios que envolvam maiores esforços físicos (SOARES *et al.*, 2020).

Além disso, a ingestão da creatina auxilia também na manutenção do peso corporal como resposta à prática do exercício de força e sua suplementação ocorre pela maior retenção de água no músculo causada pelo efeito osmótico decorrente da elevação da creatina intramuscular (SOARES *et al.*, 2020).

Tendo sido descoberta há 186 anos a Cr atualmente é um dos suplementos alimentares mais utilizados tanto por atletas de alto rendimento quanto pela população que pratica atividades físicas, apesar de ainda haver divergências no meio científico sobre sua efetividade na potencialização do processo de hipertrofia (TEIXEIRA *et al.*, 2020).

Os efeitos do uso da creatina sobre o desempenho físico e esportivo ainda são conflitantes em relação sua dosagem e uso diário. Com isso, é necessário que os usuários dessa substância conscientizem dos efeitos empregados a mesma, objetivando assim, nessa pesquisa, investigar na literatura o uso da creatina como suplemento nutricional no desempenho de atividades físicas.

2 | METODOLOGIA

O Artigo trata-se de um levantamento bibliográfico, com intuito de analisar e revisar artigos já existentes com o assunto abordado. A coleta de dados deu-se por meio de artigos nas seguintes plataformas: PubMed (National Library of Medicine), SciELO (Scientific

Electronic Library Online), LILACS (Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde) e Google Scholar por meio dos descritores: Creatina, suplemento nutricional, desempenho físico. Ao detalhamento dos instrumentos adotados, afirmamos o conceito de revisão de literatura, que vem a ser uma “modalidade de estudo e análise de documentos de domínio científico, tais como livros, enciclopédias, periódicos, ensaios críticos, dicionários e artigos científicos” (VÁSQUEZ; DE MELO; BACCURY., 2022).

Os critérios de inclusão que foram utilizados são: Artigos de 2017 a 2022; artigos completos, artigos que estejam de acordo com os descritores de busca e artigos em inglês e português.

Os critérios de exclusão utilizados são: Artigos pagos, artigos com data anterior de 5 anos, artigos incompletos, artigos que não estejam de acordo com os descritores. Segundo a fonte de pesquisa realizada nas bases de dados, foram encontrados 139 artigos que abordava direta ou indiretamente o tema. Destes, após a aplicação dos filtros correspondentes aos critérios de inclusão, que relataram sobre os efeitos da creatina na suplementação alimentar para o desempenho físico, apenas um total de 23 artigos foram utilizados. Portanto, sendo descartados 116 artigos que não traziam informações que respondiam o objetivo proposto para este trabalho, conforme pode ser observado (Tabela 1).

Base de dados	Artigos	
	Total	Aceitos
Google Acadêmico	67	17
PubMed	25	3
Scielo	31	7
LILACS	16	2
Total	139	29

Tabela 1: Resultado da pesquisa nas bases de dados.

Fonte: Dados da pesquisa

3 | REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Creatina

A Creatina é um composto formado por carbono, oxigênio, hidrogênio e nitrogênio, sintetizada a partir de dois aminoácidos não essenciais (arginina e glicina) e um aminoácido essencial (metionina). Segundo Confortin (2019) a creatina é uma biomolécula essencial para o sistema nervoso e esquelético e que vem sendo muito usada por atletas como recurso ergogênico visando o aumento do rendimento físico, a força e a potência.

A creatina é uma proteína produzida endogenamente no fígado, nos rins e, em

menor concentração, nos pâncreas; totalizando aproximadamente 1 grama por dia, sendo que o restante pode ser obtido através da dieta que, para carnívoros, corresponde entre 1 a 2 gramas diários. É sintetizada a partir dos aminoácidos essenciais: arginina e metionina e do aminoácido não essencial, glicina; ou seja, além de estar presente nos músculos, também pode ser obtida através da alimentação, principalmente pelo consumo de carnes, leite, peixes e moluscos (BUTTS; JACOBS; SILVIS., 2018).

Alimentos	Concentração de creatina (g/kg)
Arenque	6,5 – 10,0
Atum	4,0
Bacalhau	4,0
Carne Bovina	4,5
Carne Suína	5,0
Salmão	4,5

Tabela 2: Concentrações de creatina em alimentos considerados fonte

Fonte: De Souza, Silva (2022)

A creatina é uma das substâncias mais populares entre usuários de suplementação, a origem do termo vem do grego kreas (carne). Ela foi descoberta em 1832 por Michel Chevreul, cientista francês, como um componente natural do músculo esquelético. Em 1842, o fisiologista Lieberg confirmou que a creatina era um dos constituintes da carne de animais mamíferos, mas somente em 1926 os cientistas conseguiram quantificar o armazenamento de creatina no corpo e sua absorção (ATAÍDE; NETO FILHO; DOS SANTOS., 2022)

No Brasil, a suplementação de Cr foi regulamentada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pela Resolução 18/2010, que no artigo 10 descreve que a creatina deve atender aos seguintes requisitos mínimos para comercialização: “o produto pronto para consumo deve conter de 1,5 a 3 g de creatina na porção; deve ser utilizada na formulação do produto creatina monohidratada com grau de pureza mínima de 99,9%; pode ser adicionado de carboidratos e não pode ser adicionado de fibras alimentares” (Brasil, 2010)

3.2 Estrutura química da creatina

A creatina (Figura 1) é um aminoácido não essencial a vida humana, ou seja, é produzida naturalmente pelo fígado, rins e pâncreas através dos aminoácidos glicina e arginina.

O peso molecular da creatina é 130 daltons, sendo 36,92% correspondentes aos quatro carbonos, 32,31% aos três nitrogênios, 24,62% aos dois oxigênios e 6,15% aos oito hidrogênios (LINCK; RODRIGUES; MASCARENHAS., 2011)

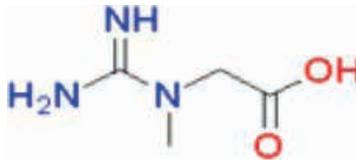


Figura 1: Fórmula estrutural da creatina

Fonte: Silva (2021)

A síntese da creatina (Figura 2) se inicia com um processo chamado transaminação, onde ocorrerão as transferências dos grupos amino da arginina para a glicina, que irão formar o guanidinoacetato e a ornitina, essa reação é catalisada pela enzima transaminidase. A creatina é formada pela adição irreversível de um grupo metil da S-adenosilmetionina, com a metiltransferase (STÁBILE *et al.*, 2017)

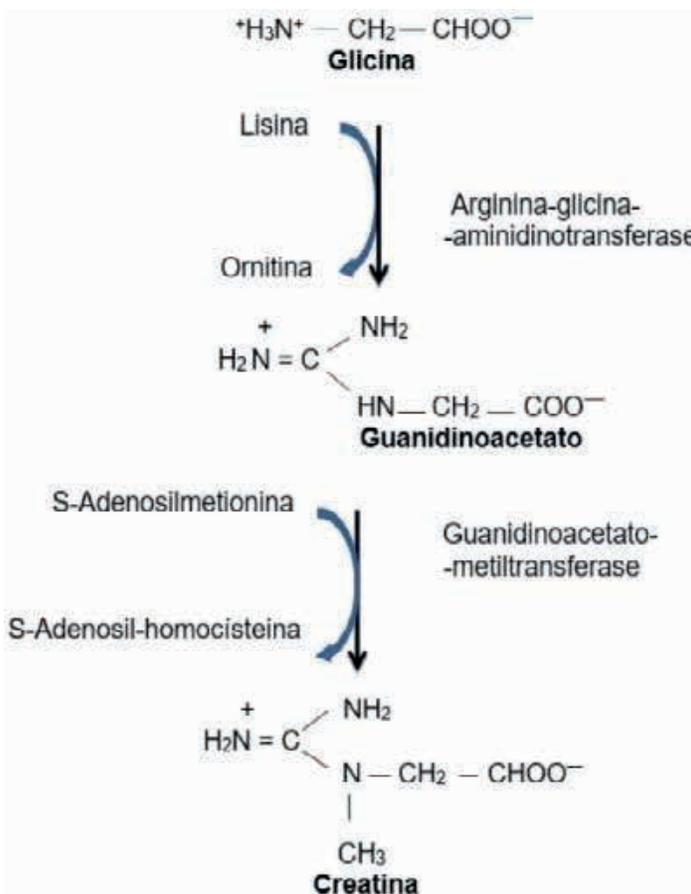


Figura 2: Síntese da creatina

Fonte: Stábile *et al* (2021)

3.3 Mecanismo de ação

A função básica da creatina no corpo humano está diretamente ligada ao metabolismo energético, portanto, reservas corporais insuficientes podem limitar a função física, especialmente em atletas com formas explosivas de esportes, como levantamento de peso olímpico, futebol e basquete, ou aumentar a massa muscular como a musculação (BALDIN *et al.*, 2021)

Partindo do princípio básico do mecanismo de ação da PCr, em que sua quebra irá garantir a ressíntese do ATP a partir de uma molécula de ADP, é fundamental que os estoques corporais estejam em bons níveis antes de uma partida ou treinamento. Uma ação de suplementação poderá garantir que os estoques de PCr estejam em níveis adequados, tendo em vista a necessidade de uma rápida recuperação após sua depletação ao longo do período de exercício (PEDROSA; SILVA; MARINS., 2021).

No músculo esquelético, o ATP reage com o CR mediante a participação da enzima creatinquinase formando ADP e fosfocreatina (Figura 2). Esta última molécula não pode se expandir do músculo e constitui um reservatório para as futuras necessidades de energia. Quando o ATP é utilizado ou quando o pH diminui no músculo, ocorre a reação inversa e se gera novo ATP. Eles ocorrem durante os primeiros 10 segundos dos exercícios de curta duração, quando as fontes endógenas de ATP estão esgotadas e a glicose ainda não pode gerar ATP dentro da célula muscular (VEGA; HUIDOBRO., 2019).

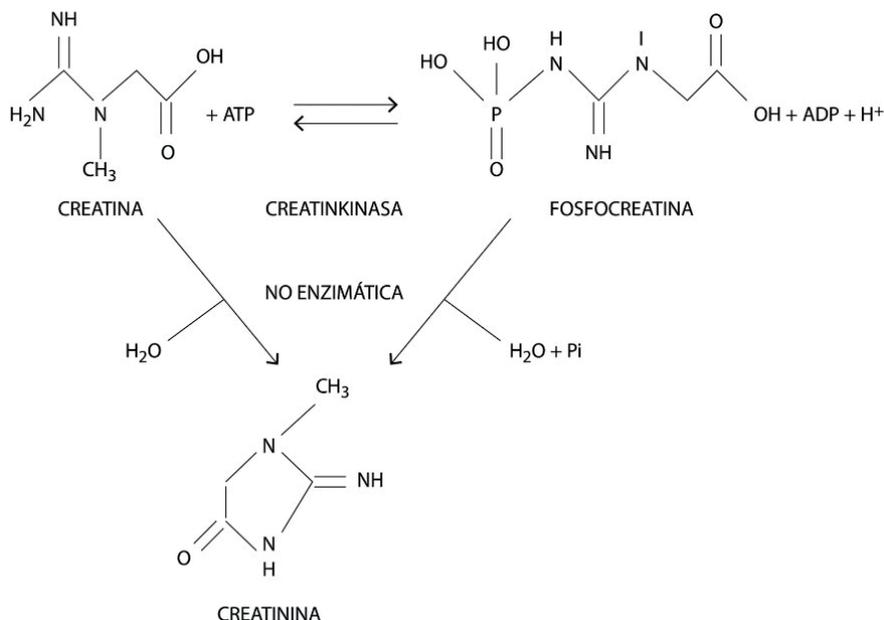


Figura 3: Conversão reversível de creatina em fosfocreatina por fosfato inorgânico por ação da enzima creatinquinase. A reação inversa produz ATP a partir de ADP e creatinina como produto de desidratação, que é excretado pela boca.

Fonte: Vega, Huidobro (2019)

A creatina existe nas formas livre (C) e fosforilada (CP), e 95% de toda a creatina humana é armazenada no músculo esquelético. Quando a creatina é produzida pelo próprio corpo, ela passa por dois tipos processos: primeiro, o grupo amino da arginina se combina com o aminoácido glicina por meio da ação da glicina transaminase para formar o ácido guanidinoacético. Na segunda, a metiltransferase de guanidinoacetato de metila catalisa a metilação do grupo produzido pela primeira reação, ou seja, o grupo. O grupo metil em S-adenosilmetionina é adicionado ao grupo anterior para formar creatina (DE OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Soares *et al.*, (2020) elaboraram uma revisão sistemática da literatura com seleção criteriosa de artigos científicos sobre o mecanismo de ação da creatina no desempenho esportivo e concluíram que o tempo de utilização e a dosagem da creatina podem interferir de forma positiva na performance das atividades, aumentando os percentuais de força máxima, principalmente em exercícios de intensidade com curta duração e pequenos intervalos entre as séries.

Alguns autores levantam hipóteses sobre benefícios da prática da suplementação de Cr relacionados ao aumento da síntese proteica, da retenção hídrica e da ressíntese de Cr fosfato. Porém é importante observar que a ingestão inadequada desse nutriente causa efeitos deletérios principalmente relacionados às funções renais e hepáticas, desta forma é fundamental que aquele que opte por fazer suplementação de Cr deve procurar um profissional qualificado que considere sua necessidade e individualidade para prescrever corretamente (BRIOSCHI; HEMERLY; BINDACO., 2020).

3.4 Creatina e o desempenho físico

A suplementação por creatina para desenvolvimento atlético tem sido bastante utilizada. Descobertas recentes apontam que o uso da creatina possui efeito terapêutico para doenças caracterizadas por fraqueza, atrofia e doenças metabólicas, tais como; ossos, músculos e cérebro (MARESE *et al.*, 2019).

Pesquisas apontam que o consumo de creatina pode ser considerado um meio ergogênico eficiente e eficaz, que somado com exercícios que demandam grande intensidade e força, resultam em um ganho significativo de massa corporal (DO NASCIMENTO; DE SOUZA AMARAL., 2020)

Em conjunto com exercício físico resistido, o consumo de creatina aumenta as concentrações de creatina muscular livre e fosforilada em média de 25 a 37%. Tendo o efeito na massa corporal magra e no desempenho físico mais evidenciado nos vegetarianos do que em não vegetarianos, em decorrência da ausência do consumo de proteína de origem animal (LORENZETI *et al.*, 2019).

O uso da creatina para ganho de massa magra e força se dá através da liberação de triglicerídeos plasmáticos, que reduz a demanda do uso de glicogênio muscular, assim preservando a massa corporal magra (TEIXEIRA *et al.*, 2020).

Os pesquisadores acreditam que a suplementação com creatina não apresenta nenhum risco. No entanto, concentrações elevadas de creatinina e uréia foram registradas no grupo de suplementação de creatina por 5 dias e 8 semanas, respectivamente. Essas alterações foram interpretadas como de “baixa relevância clínica”, citando primeiro as limitações da creatinina como marcador da taxa de filtração glomerular. Curiosamente, os pesquisadores só usaram os níveis plasmáticos de creatinina, potássio, sódio e ureia para avaliar a função renal. Embora esses métodos (a própria equipe de pesquisa) sejam geralmente reconhecidos como imprecisos, eles concluíram que a suplementação de creatina não afeta a função renal, não causa qualquer risco óbvio na função renal (DE OLIVEIRA *et al.*, 2020).

3.5 Suplementação nutricional

O conselho Federal de Nutricionistas (2018), por meio de sua resolução no 600, define os suplementos nutricionais como formulados de vitaminas, minerais, proteínas e aminoácidos, lipídios e ácidos graxos, carboidratos e fibras, isolados ou associados entre si.

Para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (2018), suplemento alimentar tem como definição: “produto para ingestão oral, apresentado em formas farmacêuticas, destinado a suplementar a alimentação de indivíduos saudáveis com nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos, isolados ou combinados”.

O ato da suplementação alimentar é definido como o consumo de algum nutriente em busca de um determinado objetivo. Os suplementos são compostos isolados ou combinados de vitaminas, proteínas, carboidratos, lipídeos, minerais, ervas botânicas, fibras, aminoácidos, metabólitos e extratos, cujos principais efeitos obtidos com o seu uso são o aumento das reservas energéticas, aumento da mobilização de substratos para os músculos e aumento do anabolismo proteico, além da diminuição da percepção de esforço (DE CARVALHO ARAGÃO: DE SALES FERREIRA., 2022).

A suplementação pode agir para beneficiar pessoas praticantes musculação e os atletas onde a demanda alimentar é superior, entretanto a ciência alimentar e a medicina esportiva têm conhecimento dos benefícios e malefícios trazidos com o uso de suplementos não apenas para atletas mais também para pessoas que praticam exercícios físicos regularmente. Porém, estão sendo essenciais para aqueles que aspiram vencer competições, pois os suplementos estão cada vez mais provando serem importantes para que os atletas aumentem o seu desempenho (DA CRUZ JÚNIOR., 2019).

A creatina está entre os suplementos alimentares mais utilizados para quem busca o “corpo perfeito”, melhora no desempenho esportivo ou mesmo para manutenção da saúde como forma de acelerar o processo da perda de peso, do ganho de massa magra e do retardo do processo de sarcopenia (Figura 4). É a principal opção entre os atletas com características de força máxima, explosiva e velocidade; tornando comum entre atletas

da luta, ciclistas, nadadores, fisiculturistas e principalmente entre os frequentadores de academia (STÁBILE *et al.*, 2017; TEXEIRA *et al.*, 2020).



Figura 4: Benefícios da creatina

Fonte: De Carvalho Aragão, De Sales Ferreira (2022)

A suplementação nutricional com creatina deve ser feita com cuidado e por profissionais habilitados, que tenham conhecimento amplo sobre fisiologia, anatomia, metabolismo e bioquímica, visto que a prescrição de uma terapêutica sem uma causa definida, ou uma boa anamnese realizada pode levar a quadros patológicos indesejados e a quadros mais graves como insuficiência renal e até mesmo a morte. Além, é importante salientar, que a prescrição deve seguir o ritmo do paciente, em um atendimento personalizado, visto que as características e necessidades são únicas (PEDROSA *et al.*, 2021).

Portanto a prescrição da dieta deve ser realizada pelo nutricionista, único profissional capaz de avaliar com precisão as reais necessidades nutricionais de uma pessoa, o que é corroborado pela legislação de regência. Em princípio, a Lei Federal no 8234/91, que regulamenta a profissão de nutricionista, em seu artigo 4o, inciso VII atribui, também, aos nutricionistas as seguintes atividades, desde que relacionadas com alimentação e nutrição humanas, a prescrição de suplementos nutricionais, necessários à complementação da dieta (DA SILVA; JUNIOR., 2020)

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos são os estudos que comprovam a eficácia do uso da creatina para o desenvolvimento físico. De acordo com a bibliografia realizada, foi possível evidenciar que existe diversos mecanismos de ação pelos quais a suplementação de creatina se mostra eficaz para o ganho de massa magra e melhora o desempenho no treinamento de força.

Os estudos citados nesta revisão podem-se concluir que parece não existir risco ou

dano à saúde quando a suplementação de creatina é feita da maneira bem administrada. Além de ser um dos mais consumidos na atualidade, a suplementação de creatina se mostra eficaz na resistência muscular e no desempenho físico, respeitando a individualidade de cada pessoa e fazendo o uso consciente desse recurso. É importante salientar que consumo de suplementos deve ser realizado sob orientação profissional adequada, para que seja realizada a orientação, monitoramento e controle aos possíveis efeitos e dosagens consumidas.

Por fim, há que se reconhecer que o profissional nutricionista pode contribuir com o uso adequado da suplementação com creatinina, atuando na prevenção de riscos, executando e avaliando ações baseadas nos conhecimentos da ciência da nutrição e alimentação.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Iara Veloso; RIBEIRO, Malu Cesario De Oliva; FREITAS, Ronilson Ferreira. Uso de suplementos alimentares e fatores associados em praticantes de atividade física de alta intensidade.

RBNE-Revista Brasileira De Nutrição Esportiva, v. 12, n. 76, p. 992-1004, 2018.

ANVISA. (2018). AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução RDC no 243/2018.

Brasília. https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/34379969/do1-2018-07-27-resolucao-da-diretoria-colegiada-rdc-n-243-de-26-de-julho-de-2018-34379917>.

ATAÍDES, Kellen Carvalho; NETO FILHO, Manoel Aguiar; DOS SANTOS, Jacqueline da Silva Guimarães. Benefícios e malefícios da suplementação com creatina. **Scientific Electronic Archives**, v. 15, n. 10, 2022.

BALDIN, Álvaro Emílio et al. Efeitos da suplementação crônica da creatina sobre a função renal: revisão da literatura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 14, pág. e89101421867-e89101421867, 2021.

Brasil. (2010). Ministério da Saúde. Biblioteca Virtual em Saúde do Ministério da Saúde. Resolução - RDC nº 18, de 27 de abril de 2010. Dispõe sobre alimentos para atletas. Brasília: Diário Oficial da República Federativa do Brasil.

BRIOSCHI, F. R.;HEMERLY, H. M.;BINDACO, É. So. Efeitos ergogênicos da creatina. **Conhecimento em Destaque**, v. 8, n. 19, 2020.

BUTTS, J.; JACOBS, B.; SILVIS, M. Uso de creatina no esporte. **Saúde Esportiva** 10, n. 1, p. 31- 34, 2018.

CASSIANO, Leandro Colombo et al. O uso de creatina monohidratada e o possível comprometimento na disfunção renal: revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 8, p. e8609-e8609, 2021.

CONFORTIN, Fernanda Grison et al. Efeito ergogênico da creatina sobre a performance de atletas do Handebol. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 13, n. 78, p. 254-264, 2019.

Conselho Federal de Nutricionistas. (2018). Resolução CFN no. 600/2018. Dispõe Áreas de atuação do nutricionista e suas atribuições e estabelece parâmetros numéricos de referência, por área de atuação, e dá outras providências. Brasília, <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/resolucoes/Res_600_2018.htm>.

DA CRUZ JÚNIOR, Aluísio Eduardo et al. Conhecimentos acerca da alimentação saudável e consumo de suplementos alimentares por atletas de JiuJitsu de uma academia de Montes Claros-MG. **RBNE-Revista Brasileira De Nutrição Esportiva**, v. 13, n. 80, p. 468-474, 2019.

DA SILVA, Ana Carolyn Guedes; JUNIOR, Omero Martins Rodrigues. Riscos e benefícios no uso de suplementos nutricionais na atividade física. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 96770-96784, 2020.

DE CARVALHO ARAGÃO, Graziela; DE SALES FERREIRA, José Carlos. Benefícios da creatina como suplemento nutricional. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 5, pág. e12511527827-e12511527827, 2022.

DE OLIVEIRA VILAR NETO, José e cols. Novos biomarcadores renais mostram que a suplementação de creatina é segura: um ensaio clínico randomizado duplo-cego controlado por placebo. **Pesquisa toxicológica**, v. 9, n. 3, pág. 263-270, 2020.

DE OLIVEIRA, Marcio Vinicius et al. Suplementação com creatina e treinamento de força: uma análise comparativa do tempo de ação de dois protocolos de utilização e seus efeitos na força, massa muscular e composição corporal. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 15, n. 2, 2020.

DE SOUZA, Elton Bicalho; SILVA, Márcio Henrique Valin. A Creatina como recurso ergogênico nutricional: uma revisão da literatura. **JIM-Jornal de Investigação Médica**, v. 3, n. 1, p. 105-119, 2022.

DO NASCIMENTO, Ozanildo Vilaça; DE SOUZA AMARAL, Airton. EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA SOBRE O DESEMPENHO HUMANO: UMA REVISÃO DE LITERATURA. **BIUS-Boletim Informativo Unimotrisaúde em Sociogerontologia**, v. 21, n. 15, p. 1-20, 2020.

DOS SANTOS, João Pedro Cardozo; DA SILVA MARTINS, Gabriel Henrique; DE SALES FERREIRA, José Carlos. O uso da creatina no treinamento de força e na melhoria do desempenho físico. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 11, pág. e59101119410-e59101119410, 2021.

LINCK, Lilian; RODRIGUES, Gustavo; MASCARENHAS, Marcello. Creatina, da biossíntese à aplicação: um estudo de revisão. **Revista Digital. Buenos Aires**, Ano 16, Nº 159, 2011.

LORENZETI, Fábio Medici; JÚNIOR, Luiz Carlos Carnevali; ZANUTO, Ricardo. **Nutrição e suplementação esportiva: aspectos metabólicos, fitoterápicos e da nutrigênica**. Phorte Editora LTDA, 2019.

MARESE, Angélica Cristina Milan et al. Principais mecanismos que correlacionam a microbiota intestinal com a patogênese da depressão. **Fag Journal of Health (Fjh)**, v. 1, n. 3, p. 232-239, 2019.

MENEZES, Giovanna Raquel Sena et al. Impacto da atividade física na qualidade de vida de idosos: uma revisão integrativa. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 2, p. 2490-2498, 2020.

PEDROSA, I.; SILVA, A. G.; MARINS, J. C. B. Suplementação de creatina. Fundamentos teóricos para o seu consumo no futebol como estratégia ergogênica nutricional. **Revista Brasileira de Futebol (The Brazilian Journal of Soccer Science)**, v. 14, n. 1, p. 3-19, 2021.

Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório de desenvolvimento humano nacional - movimento é vida: atividades físicas e esportivas para todas as pessoas. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; 2017.

SOARES, Iraído Francisco et al. A ação da creatina no desempenho esportivo: uma revisão sistemática. **RBNE-Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 14, n. 89, p. 536-542, 2020.

STÁBILE, Ligia et al. Uma breve revisão: a utilização da suplementação de creatina no treinamento de força. **Rev. Odontol. Araçatuba (Impr.)**, p. 14-18, 2017.

TEIXEIRA, Ygor et al. Efeitos da Suplementação de Creatina Sobre o Desempenho Físico: Uma revisão integrativa da literatura. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 7, pág. e982974947-e982974947, 2020.

VÁSQUEZ, Alícia Gonçalves; DE MELO, Luzia Braga Pereira; BACCURY, Gerson Ribeiro. Estudo de caso como caminho investigativo na pesquisa em Educação. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 11, n. 13, pág. e217111334988-e217111334988, 2022.

VEGA, Jorge; HUIDOBRO, Juan Pablo. Efectos en la función renal de la suplementación de creatina con fines deportivos. **Revista médica de Chile**, v. 147, n. 5, p. 628-633, 2019.

O PAPEL DA ALIMENTAÇÃO NA MELHORA DA COGNIÇÃO E PREVENÇÃO DE DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS: DEPRESSÃO, ALZHEIMER, PARKINSON

Data de submissão: 09/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Myrna Maia Tobias Granja

Centro Universitário CESMAC

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/9214826340072507>

Érika Eduarda Wsova do Nascimento

Centro Universitário CESMAC

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/4982054153653692>

Junia Helena Porto Barbosa

Centro Universitário CESMAC

Maceió – Alagoas

<http://lattes.cnpq.br/5146558633564292>

RESUMO: Portadores de doenças neurodegenerativas sofrem grandes limitações com os sintomas durante a progressão dessas patologias. Assim, estratégias de prevenção ou de melhora no tratamento destas doenças são de extrema importância. Associações importantes têm sido estabelecidas entre a qualidade nutricional e a saúde do sistema nervoso central e periférico, havendo tanto correlações positivas quanto negativas. Os padrões alimentares de melhor qualidade exercem um claro efeito protetor. Este trabalho tem como principal objetivo demonstrar o papel da alimentação na

prevenção ou tratamento de doenças neurodegenerativas como a depressão, o Alzheimer e a doença de Parkinson. Sabemos que padrões alimentares são responsáveis pela saúde corporal e do sistema nervoso. Adicionalmente, as estratégias de suplementação somam cada vez mais evidências na promoção da saúde neuronal. Aqui, discorreremos ainda sobre a importância da microbiota e a relevância do chamado eixo intestino-cérebro. Seja no retardo da neurodegeneração, na facilitação da neuroregeneração ou mesmo nas reduções de processos oxidativos e dos processos inflamatórios crônicos como um todo, as dietas comprovam, cada vez mais, seu relevante papel. O estilo de vida, a alimentação saudável, a prática de atividades físicas e os estímulos ao intelecto, por diversos mecanismos de ação, colaboram para a saúde do corpo e do sistema neural. O padrão alimentar também é peça fundamental para alcançarmos este objetivo.

PALAVRAS-CHAVE:

neurodegenerativas,
microbiota intestinal.

Doenças
suplementação,

THE ROLE OF FOOD IN IMPROVING COGNITION AND PREVENTION OF NEURODEGENERATIVE DISEASES: DEPRESSION, ALZHEIMER, PARKINSON

ABSTRACT: Patients with neurodegenerative diseases suffer great limitations with the symptoms that arise during the progression of these pathologies. Thus, prevention or treatment strategies for these diseases are extremely important. Important associations have been established between nutritional quality and the health of the central and peripheral nervous system, with both positive and negative correlations. Better quality dietary patterns have a clear protective effect. The main objective of this work is to demonstrate the role of food in the prevention or treatment of neurodegenerative diseases such as depression, Alzheimer's and Parkinson's disease. We know that eating patterns are responsible for body and nervous system health. Additionally, supplementation strategies add up to more and more evidence in promoting neuronal health. Here, we also discuss the importance of the microbiota and the relevance of the so-called gut-brain axis. Whether in delaying neurodegeneration, facilitating neuroregeneration or even reducing oxidative processes and chronic inflammatory processes as a whole, diets are increasingly proving their relevant role. Lifestyle, healthy eating, physical activity and stimulation of the intellect, through various mechanisms of action, contribute to the health of the body and the neural system. Dietary standards are also a fundamental part of achieving this goal.

KEYWORDS: Neurodegenerative diseases, supplementation, intestinal microbiota.

INTRODUÇÃO

Segundo a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (SBGG), atualmente estima-se 50 milhões de indivíduos vivam com algum tipo de demência em todo o mundo. No Brasil, são esperados 55 mil novos casos de demência todos os anos.

É importante a prevenção e o tratamento de doenças neurodegenerativas, pois os neurônios, principais estruturas afetadas, não exercem multiplicação natural, ou seja, a massa neural degenerada não será substituída. Pesquisas foram feitas e apontam que nutrientes presentes na alimentação exercem grande influência na prevenção e também no alívio de sintomas causados por este tipo de doença (CLETO, 2020).

A alimentação, além de fornecer energia ao corpo, também causa influência no bom funcionamento do organismo, através de nutrientes que não apresentam necessariamente função energética. Há potenciais antioxidantes, que tornam possível a redução de danos e as consequências advindas do estresse oxidativo. Tendo isso em vista, é de extrema importância que eles sejam ingeridos diariamente, através de alimentação ou suplementação de maneira adequada e correta, pois tanto a falta quanto o excesso podem vir a causar complicações no corpo humano. Estes compostos são basicamente divididos em vitaminas e minerais e exercem funções de regulação hormonal, funcionamento adequado metabólico, reações químicas, funções celulares, entre outras. São encontrados em sua maioria em alimentos como legumes, frutas, grãos, vegetais folhosos, castanhas e em alimentos de origem animal. Na maioria dos casos, esses tipos de nutrientes são

necessários em pequenas quantidades (ROCHA; FRANÇA, 2022).

MECANISMOS INFLAMATÓRIOS EM NEURODEGENERAÇÃO

Neurodegeneração corresponde a qualquer condição patológica que afeta principalmente os neurônios e em que há perda estrutural ou funcional deles. Estas doenças representam uma desordem neurológica com expressões clínicas e patológicas heterogêneas (TEIXEIRA, 2015).

O cérebro é vulnerável aos danos oxidativos, pelo alto teor de ácidos graxos facilmente peroxidáveis, ao alto consumo da taxa de oxigênio como meio de produção de energia nas mitocôndrias (resultando em subconjuntos de radicais altamente reativos) e pela escassez de enzimas endógenas em comparação com outros órgãos e tecidos do corpo humano. Este estresse crônico tem forte impacto no envelhecimento das células, em particular no processo neurodegenerativo (CAVIGLIONI; SILVA, 2021).

Patologias neurodegenerativas, como a Doença de Alzheimer (D.A.) e a Demência, são distúrbios caracterizados patologicamente pela deposição anormal de proteínas em todo o cérebro e medula espinhal. Há ativação glial, aumento da neuro-inflamação e alterações nas funções metabólicas do sistema nervoso central e periférico (BUSINARO, 2021).

As doenças neurodegenerativas são causadas por fatores como: o envelhecimento, o estresse oxidativo, a inflamação crônica do tecido neural e a danificação do DNA nuclear dos neurônios. Com o aumento da expectativa de vida, a incidência destas doenças tem uma clara tendência a aumentar (CLETO, 2020).

No avançar da doença neurodegenerativa, ocorre uma perda seletiva, progressiva e irreversível de neurônios específicos, podendo comprometer a memória, a linguagem, a cognição e até mesmo a personalidade do portador. Essa perda tecidual, pode ser intensificada e acelerada por fatores que prejudiquem a saúde como um todo, especialmente a alimentação. Podemos usar a Doença de Parkinson e Doença de Alzheimer como exemplos, porque estão associadas com o desequilíbrio de antioxidantes e radicais livres presentes no organismo. Com o excesso de radicais livres torna-se mais fácil a modificação de moléculas de DNA, proteínas, carboidratos e lipídios, gerando um meio mais suscetível à apoptose das células (CLETO, 2020).

Os prejuízos funcionais e cognitivos como a demência, em particular na doença de Alzheimer, na demência vascular e na doença de Parkinson, têm sido também associados à depressão. Evidências sugerem nos últimos anos que, em um subconjunto de pacientes, processos inflamatórios e níveis cerebrais reduzidos de fatores neurotróficos podem desempenhar algum papel na patogênese complexa da depressão. A redução do volume do hipocampo também foi observada em pacientes com D.A. e depressão, e essa alteração morfológica esteve relacionada à exposição ao estresse oxidativo, conhecido

por prejudicar a complexidade dendrítica dos neurônios no subcampo CA3 do hipocampo e ainda por afetar a neurogênese no giro (circunvolução) dentado. O estresse oxidativo desempenha um papel na fisiopatologia da depressão, no transtorno bipolar, e altos níveis de peroxidação lipídica no sangue se correlacionam com a diminuição do volume do giro dentado. A constatação de que a depressão, assim como a infecção, engloba sintomas como mal-estar, anedonia, diminuição do comportamento social, diminuição da atividade motora, anormalidades do sono e fadiga, que são coletivamente referidas como “comportamento de doença”, também sugere o envolvimento de processos inflamatórios na sua patogênese. A associação entre estes quadros é sugerida pela ocorrência aguda de sintomas depressivos em voluntários saudáveis nos quais se administrou lipopolissacarida (um pró-inflamatório). A síndrome do estresse – ou seja, níveis elevados de cortisol – tem sido observada em até 70% dos pacientes com depressão e Alzheimer (BUSINARO, 2021).

Outro mecanismo da depressão é o déficit de fatores neurotróficos, como por exemplo o fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF), que resulta na alteração da plasticidade sináptica e, logo depois, na disfunção e na morte celular. O papel da inflamação na patogênese da depressão é apoiado por estudos que mostram níveis aumentados de citocinas pro-inflamatórias, como IL-1beta, IL-6, IL-12, TNF-alfa e prostaglandina E2 (PGE2), em pacientes com esta patologia. Existe também alguns experimentos em modelos pré-clínicos nos quais a administração de citocinas inflamatórias promoveu uma síndrome depressiva. Embora deva ser observado que a inflamação ocorre em um subconjunto de pessoas com depressão e nem sempre é aparente através de ensaios sanguíneos com citocinas. A depressão também tem associação com o comportamento de vias inflamatórias colinérgicas (BUSINARO, 2021).

Estudos demonstram que em humanos a diminuição dos níveis de BDNF, ocorre com o avanço da idade. Maiores níveis de BDNF se correlacionam diretamente com um melhor desempenho cognitivo em idosos. BDNF é um fator neurotrófico derivado do cérebro que tem a função de promover a sobrevivência dos neurônios (BUSINARO, 2021).

A doença de Alzheimer é descrita como uma afecção neurodegenerativa progressiva e irreversível que afeta o sistema nervoso central, gerando sintomas como perda de memória e distúrbios cognitivos. É hoje considerada a principal causa de demência na população idosa. É possível realizar seu diagnóstico através de biomarcadores biológicos, pelo fato de portadores da doença apresentarem alterações no peptídeo beta-amilóide, podendo ser a sua identificação em tecidos cerebrais ou sua concentração reduzida no líquido, podendo dar sinais da doença até 10 anos antes da apresentação de sintomas iniciais (CLETO, 2020).

Em paciente portador de doença de Alzheimer, é possível notar a presença de placas senis, que são resultantes da presença de agregados do peptídeo beta-amiloide. Resultado das sinapses e emaranhados neurofibrilares relacionados a mutações causadas por uma adição excessiva de fósforo no processo de fosforilação da proteína TAU. A proteína possui

a principal função estabilizadora dos microtúbulos do axônio, sendo muito presentes em neurônios do sistema nervoso central (CLETO, 2020).

A Doença de Alzheimer possui como fator principal o genético, porém não é o único. Altas concentrações de alumínio no cérebro podem tornar um ambiente propício para o desenvolvimento de placas amiloides. E tem como característica clínica uma disfunção cognitiva global, com especial ênfase para a perda de memória, alterações de comportamento e personalidade (TEIXEIRA, 2015).

Deficiências na sinalização das vias da PKC desempenham um papel importante na fisiopatologia de doenças neurodegenerativa como a D.A., sobre a qual existe a forte evidência que as vias em questão regulam eventos moleculares importantes integrados no processo de armazenamento de memória associativa. A proteína PKC é uma proteína envolvida numa miríade de vias de sinalização, incluindo a sobrevivência celular e morte celular programada. A expressão desta proteína, pelo contrário, foi associada à redução da formação de placas Beta amiloides e dos níveis de APP humana em ratinhos transgênicos (TEIXEIRA, 2015).

O diagnóstico de Parkinson é obtido através de histórico do paciente e resultados de exames neurológicos, já que ainda não apresenta marcadores biológicos validados e nem resultados significantes provenientes de ressonância magnética e tomografia computadorizada. Analisar a massa danificada de neurônios dopaminérgicos situados na parte compacta da substância negra no mesencéfalo também é outra forma de diagnosticar. A perda deste tipo de neurônios causa carência de dopamina no sistema nervoso, já que é a principal área de síntese deste neurotransmissor, trazendo diversas consequências. Uma das principais é o comprometimento do corpo estriado, que é responsável pelo controle de movimentos voluntários já iniciados e o planejamento motor (CLETO, 2020).

A doença de Parkinson tem maior prevalência após os 60 anos. É caracterizada pela deficiência motora progressiva e, mais tarde, disfunção cognitiva. Reconhecida pela perda de neurônio dopaminérgicos na porção compacta da substância negra e pela acumulação anormal de inclusões citoplasmáticas de proteína alfa-sinucleína, chamadas de corpos de Lewy, nos neurônios sobreviventes, que são depósitos anormais de proteínas que perturbam o funcionamento cerebral nas pessoas com doença de Parkinson. Há uma perda de corpos dopaminérgicos celulares na substância negra, resultando ao fim em redução de dopamina (DpA) nos gânglios basais. Apesar da causa da doença ser indefinida, há elementos que podem influenciar no início da doença, que são: os fatores genéticos e a exposição a toxinas ambientais, como os pesticidas. Porém o envelhecimento continua a ser um fator de risco predominante (TEIXEIRA, 2015).

Os sinais clínicos de Parkinson são: sintomas motores (tremores, bradicinesia, rigidez e instabilidade postural) e problemas leves neuropsiquiátricos (como anomalias na fala, comportamento, humor, cognição e processo de pensamento). As principais vias de neurodegeneração da doença de Parkinson são: o stress oxidativo, a neuro-inflamação, a

formação incorreta de proteínas e a disfunção mitocondrial (TEIXEIRA, 2015).

O envelhecimento é um processo complexo, progressivo e universal, de origem endógena, que se manifesta durante a vida após o atingimento da maturidade. É controlado não só pelos genes, mas também por fatores comuns, como a dieta, a atividade física, o relaxamento mental e a socialização (TEIXEIRA, 2015).

Estratégias importantes para a prevenção de doenças demenciais, são: dieta hipocalórica, atividade física e atividades intelectuais. A obesidade contribui para a inflamação crônica levando ao desenvolvimento da resistência à insulina e síndrome metabólica, doenças intimamente ligadas à demência (CAVIGLIONI; SILVA, 2021).

ALIMENTAÇÃO E A PREDISPOSIÇÃO AO DESENVOLVIMENTO DAS DOENÇAS

Estudos indicam que portadores de demências apresentam deficiências nutricionais. A maioria das pessoas com Parkinson, tem consumo insuficiente de fibras, cálcio e potássio (CLETO, 2020).

A dieta do mediterrâneo é caracterizada por seu padrão anti-inflamatório. É uma dieta alta em ingestão de vegetais, legumes, frutas, verduras, cereais integrais, azeite, nozes, peixes. É baixa ingestão de carnes vermelhas e de gorduras saturadas. Moderada ingestão de aves e de vinho (CAVIGLIONI; SILVA, 2021).

Alguns estudos associaram dieta do mediterrânea à saúde cerebral, observou-se por imagens de ressonância magnética, que o cérebro de pessoas de meia idade saudáveis seguindo uma dieta mediterrânea, apresentava menor atrofia e menor acúmulo de proteína beta-amilóide, em comparação com as pessoas que não seguiram a dieta. Esta dieta atua na redução da inflamação e do estresse oxidativo cerebral, devido à sua capacidade antioxidante, impedindo a formação de placas e emaranhados que danificam as células cerebrais em portadores de doença de Alzheimer. Estudos em humanos comprovam que indivíduos com maior adesão à dieta mediterrânea possuem níveis plasmáticos mais altos de glutatona, um tripeptídeo que equilibra o sistema redox. Antioxidantes presentes na dieta mediterrânea como vitamina C, vitamina E, carotenóide, polifenóis, zinco e selênio, funcionam como “poupadores” do ciclo redox contribuindo com o aumento da glutatona na sua forma reduzida. O estudo citado observou ainda um declínio cognitivo mais lento em pequenos exames do estado mental. Foi observado o efeito protetor com o consumo de frutas, vegetais, peixes e óleos ricos em ômega 3. Já o padrão alimentar Ocidental rico em alta ingestão de carne vermelha, carne processada, grãos refinados, doces e alto teor de gorduras saturadas tem demonstrado efeitos deletérios à saúde cognitiva. A gordura saturada se acumula nas paredes das membranas neuronais aumentando sua rigidez e espessura. Diferente do ômega 3 que influencia positivamente na fluidez e na função das membranas neuronais (CAVIGLIONI; SILVA, 2021).

O QUE A CIÊNCIA DIZ SOBRE A SUPLEMENTAÇÃO ALIMENTAR PARA CONTROLAR A NEUROINFLAMAÇÃO

Há dois mil anos atrás, Hipócrates deixou-nos com a célebre frase: “Deixe o alimento ser a sua medicina e a medicina ser o seu alimento.” Nos dias de hoje podemos propor adaptá-la para “Deixe o alimento funcional ser sua medicina” (TEIXEIRA, 2015).

Estratégias baseadas na suplementação alimentar têm sido demonstradas como eficazes em indivíduos com prejuízos cognitivos leves, enquanto resultados mais fracos têm sido obtidos em pacientes com doenças neurodegenerativas avançadas. A suplementação aditiva também tem sido demonstrada para melhorar a depressão, sendo isso um benefício acentuado considerando a comorbidade entre comprometimento cognitivo/demência e depressão” (BUSINARO, 2021).

Os micronutrientes estão envolvidos em todos os processos celulares/bioquímicos e desempenham papéis importantes na função do cérebro e coração, nas respostas inflamatórias e no sistema de defesa e antioxidantes. Baixos níveis de vitaminas e minerais reduzem a atividade de enzimas antioxidantes, que podem levar à oxidação de DNA, proteínas, ácidos graxos e reações cruzadas, juntamente com o esgotamento mitocondrial do ATP, contribuindo, portanto, para doenças cardiovasculares e neurodegenerativas. Os ácidos graxos poli-insaturados estão envolvidos na manutenção das funções cognitivas, promovendo neurogênese adulta e plasticidade neuronal através da modulação da remodelagem da membrana mediadores inflamatórios e estresse oxidativo (BUSINARO, 2021).

Há indícios que a inflamação neural pode ser minimizada com a suplementação de nutrientes essenciais, com ácido graxos poli-insaturados de cadeia longa (LC-PUFAs), vitamina E, e elementos minerais. Isto pode levar à redução do risco e incidência de doenças relacionadas à idade, incluindo doenças neurodegenerativas. Compostos bioativos estão presentes em alimentos naturais ou processados. Em quantidades definidas fornecem benefícios clinicamente comprovados e documentados para a saúde, na prevenção, gestão ou tratamento de doenças crônicas (TEIXEIRA, 2015).

Quem também pode ter efeito protetor contra a neurodegeneração são os polifenóis, o que demonstra ser interessante a sua suplementação. A curcumina, o resveratrol e o galato de epigallocatequina são dos polifenóis mais estudados e apresentam atividade neuro protetora ao serem, por exemplo, capazes de combater o stress oxidativo, de atuar nas vias de sinalização celular ou de modular a epigenética subjacente às doenças neurodegenerativas (TEIXEIRA, 2015).

Os polifenóis têm importante papel na prevenção de doenças neurodegenerativas como as doenças relacionadas com o stress oxidativo (dado por vias bioquímicas diversas como as espécies reativas de nitrogênio - RNS). Os fitoquímicos, como maior exemplo os polifenóis, são os principais contribuidores para a atividade antioxidante das frutas. Os

compostos fenólicos atuam como moduladores da sinalização e sobrevivência celular. Os efeitos dos polifenóis naturais presentes na dieta causam: impacto no ciclo celular, indução de enzimas endógenas antioxidantes, modulação da transdução de sinal celular, inibição de enzimas oxidantes e eliminação de radicais livres. Possuem ainda, efeitos bioativos, anti-inflamatórios, facilitadores da saúde gastrointestinal, antialérgicos, de modulação hormonal, de proteção endotelial, cardioprotetores, anticarcinogênicos, antidiabéticos e na neuroproteção, entre outros efeitos. São capazes de atravessar a barreira hematoencefálica e combater um conjunto de manifestações patológicas relacionadas com distúrbios neurológicos na medida em que controlam a patogênese da doença neuronal a um nível molecular. Os efeitos protetores são: atividade antioxidante (eliminação dos radicais livres, quelação de metais de transição, indução da produção de enzimas antioxidantes e inibição de enzimas pró-oxidantes), ação anti-inflamatória (interação com as vias de sinalização celular), influência na sobrevivência celular e morte celular programada – apoptose (vias de sinalização), interação com o conjunto proteico e homeostase mitocondrial, modulação de mediadores neuronais e de enzimas como a acetilcolina (ACh) e a acetilcolinesterase (AChE) e redução da neurotoxicidade pela inibição associada ao receptor NMDA (já citado), gerando efeitos anti-amiloidogênicos. Estes processos resultam num certo número de alterações benéficas, tais como mudanças de longa duração na plasticidade sináptica e na memória, por redução da neurodegeneração (TEIXEIRA, 2015).

A psiquiatria vem explorando os fatores nutricionais e sua relação para prevenir e tratar condições associadas à saúde cerebral. Indicando evidências no efeito protetor de dietas saudáveis, em especial a dieta mediterrânea no humor do deprimido. E o contrário também já é comprovado pela ciência, dietas não-saudáveis com efeito negativo na saúde mental dos jovens e adultos (AVANCINI, 2021).

Os nutrientes que estão incluídos na saúde do cérebro são: ômega 3, vitaminas de complexo B (em especial folato de B12), colina, ferro, zinco, magnésio, S adenosilmetionina, vitamina D e aminoácidos. Muitas das vezes, apenas com a dieta não é possível suprir estes nutrientes, fazendo-se necessária uma suplementação (AVANCINI, 2021).

- Abaixo, tabela de alimentos e substâncias com efeitos neuroprotetores:

Mecanismos Químicos	Mecanismo de ação	Referências
Frutas e hortaliças	Antioxidantes (vitaminas e fotoquímicos) desempenham papel de retardar o início das doenças neurodegenerativas	ARABBI, Paola Raffaella. Alimentos funcionais-aspectos gerais. Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr. , p. 87-102, 2001. Alimentos funcionais – Aspectos gerais. Revisão de artigo.
Ginseng, aveia, salsa	Efeito anti-inflamatório	ANGELIS, Rebeca Carlota de. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. Arquivos de Gastroenterologia , v. 38, p. 269-271, 2001.
Couve	Antioxidante	ANGELIS, Rebeca Carlota de. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. Arquivos de Gastroenterologia , v. 38, p. 269-271, 2001.
Azeite extravirgem	Inibidor de radicais livres, inibidor de oxidação	ANGELIS, Rebeca Carlota de. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. Arquivos de Gastroenterologia , v. 38, p. 269-271, 2001.
Vitaminas A, C e E, ácido fólico, ubi-quinona, flavonóides, isoflavonas, catequinas, anto-cianinas, carotenóides, licopeno e fenólicos	Atividades antioxidantes e proteção de órgãos vitais (como cérebro)	VIDAL, Andressa Meirelles et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-SERGIPE , v. 1, n. 1, p. 43-52, 2012.
Ácidos clorogênicos e melanoidinas	Efeito antidepressivo e inibição do desejo de consumir álcool e drogas ilegais	VIDAL, Andressa Meirelles et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-SERGIPE , v. 1, n. 1, p. 43-52, 2012.
Rosmarinus officinalis L. Alecrim	Atividade antioxidante por ser rico em carnosol e ácido carnósico envolvido na síntese de crescimento neuronal, fator necessário ao crescimento e manutenção do tecido nervoso	SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em Curcuma longa. Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES , v. 1, n. 1, 2018.
Curcuma longa L	Ação anti-inflamatória e antisséptica. É sugerida como um potente inibidor da enzima histona desacetilase, podendo ser utilizado para combater doenças neurodegenerativa	SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em Curcuma longa. Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES , v. 1, n. 1, 2018.

Extrato de Ginko biloba	Contém princípios ativos que causam o aumento do suprimento sanguíneo cerebral por vasodilatação e redução da viscosidade do sangue capaz de reduzir os radicais livres no tecido nervoso. Após observação dessas pessoas submetidas ao tratamento foram confirmadas uma melhora significativa da memória, humor e atividades diárias	SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em Curcuma longa. Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES , v. 1, n. 1, 2018.
Videira (Resveratrol)	Ajuda no retardamento da doença de Alzheimer, substância está presente nas cascas e nas sementes das uvas como composto fenólico, com forte concentração que é composto por polifenólico, fenilalanina que apresenta propriedades anti-inflamatórias, que está ligada a inibição da oxidação; modulação do metabolismo lipídico <u>agem como vasodilatador</u>	SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em Curcuma longa. Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES , v. 1, n. 1, 2018.
Paullinia Cupana, conhecida também como guaraná	O guaraná possui um alto teor de cafeína de aproximadamente 3- 6%, ainda é encontrado no guaraná altas concentrações de polifenóis ou saponinas, tornando assim um tônico eficaz para o sistema do paciente com Alzheimer	SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em Curcuma longa. Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES , v. 1, n. 1, 2018.
O Crocus Sativus, popularmente conhecido como açafrão.	Proteção contra o estresse oxidativo e é comparável ao uso da memantina em combater a redução cognitiva	SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em Curcuma longa. Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES , v. 1, n. 1, 2018.
Romã (Punica granatum)	Destaca-se, pois, possui uma expressiva capacidade antioxidante e conteúdo de compostos bioativos	SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em Curcuma longa. Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES , v. 1, n. 1, 2018.

Ômega 3 EPA e DHA	Retardam o declínio da cognição, função, atrofia cerebral e progressão de degeneração macular. Associadas à melhora dos sintomas de depressão. EPA e DHA tem efeitos benéficos como agentes anti-inflamatórios e por protegerem contra várias doenças metabólicas e neurológicas. Esses ácidos tem propriedades anti-inflamatórias reconhecidas, pois antagonizam a formação de ácido araquidônico na membrana, inibem a atividade de enzima COX-2 e reduzem a síntese de prostaglandinas. Envolvida na regulação de neurotransmissores, incluindo aumento da neurotransmissão de serotonina e alterações na função dopaminérgica.	BUSINARO, Rita e cols. Oportunidades terapêuticas para suplementos alimentares em doenças neurodegenerativas e depressão. Fronteiras da Nutrição , v. 8, p. 669846, 2021. See More; DE ANDRADE et al, 2017; YALAGALA et al, 2020; MISCHOULON et al, 2013; FLUHARTY et al, 2016.
Ácido fólico (5-methyltetrahydrofolate, dosagem de 400 ug a 15 mgs ou ácido foliônico 400-800 ug) adjunta com antidepressivo	Resultados positivos em relação ao aumento das taxas de resposta antidepressivos ou ao aumento do início das respostas. Diminuição dos sintomas depressivos durante o tratamento ativo. EPA e DHA forneceram uma resposta biomarcadora no tratamento da depressão.	BUSINARO, Rita e cols. Oportunidades terapêuticas para suplementos alimentares em doenças neurodegenerativas e depressão. Fronteiras da Nutrição , v. 8, p. 669846, 2021. See More
	Resultados mostraram que a adesão à dieta mediterrânea é fator protetor para a depressão e que o mesmo a aderência moderada à dieta tem efeitos favoráveis, apesar da relação ser diretamente proporcional	LOURIDA et al, 2013.

OPORTUNIDADES TERAPÊUTICAS PARA SUPLEMENTOS ALIMENTARES

Vias de sinalização celular alvo dos polifenóis curcumina, galato de epigalocatequina e resveratrol (TEIXEIRA, 2015).

POLIFENÓIS COM PROPRIEDADES NEUROPROTETIVAS E EXPECTIVAS VIAS DE SINALIZAÇÃO ALVO	
Polifenol	Vias de sinalização
CURCUMINA	PI-3K/MAPK
GALATO DE EPIGALOATEQUINA	NF-kB Akt HIF – 1 alfa Erk1/2 PKC
RESVERATROL	ERK NF-kB SIRT1- Proteína desacopladora 2 AMPK Nrf2/ARE PKC PI3K/AKT

RELAÇÃO ENTRE BACTÉRIAS INTESTINAIS E DOENÇAS NEURODEGENERATIVAS

O eixo microbiota-intestino-cérebro é um sistema de comunicação bidirecional entre o sistema nervoso central (SNC) e o trato gastrointestinal. Apesar vários mecanismos ainda não serem integralmente conhecidos, evidências sugerem que esta interação bidirecional está assentada em quatro vias de comunicação, que são as vias neuronal, imunológica, endócrina e metabólica (SACRAMENTO, 2020).

O sistema gastrointestinal possui um conjunto de terminações nervosas intrínsecas que lhe proporciona um certo grau de autonomia para realizar as suas funções, o Sistema Nervoso Entérico (SNE), permanece em constante interação com o SNC, que interfere na regulação da motilidade, nas secreções e mesmo na imunidade da mucosa intestinal (SACRAMENTO, 2020).

Estudos descrevem que a importância do papel da microbiota intestinal nas doenças neurodegenerativas. O já descrito “eixo microbiota-intestino-cérebro” sincronizaria o intestino com o sistema nervoso central (SNC) e modificaria o comportamento e a homeostase imunológica cerebral. A modulação da microbiota intestinal pode ser uma estratégia tratável para o desenvolvimento de novas estratégias para distúrbios complexos do SNC (BUSINARO, 2021).

A microbiota intestinal assume um papel fulcral na relação entre o intestino e o cérebro, sendo capaz de influenciar na capacidade cognitiva, na memória, na aprendizagem, no humor e até no comportamento dos seres humanos. A microbiota intestinal consegue influenciar o SNC através da sua capacidade de sintetizar neurotransmissores, como acetilcolina (Ach), catecolaminas, ácido gama-aminobutírico (GABA), histamina, melatonina e serotonina, todos capazes de atravessar a BHE e atingir o cérebro. Assim, vários estudos recentes sugerem que a microbiota intestinal assume um papel importante na fisiopatologia das doenças neurológicas (SACRAMENTO, 2020).

O nervo vago é o principal componente do sistema nervoso parassimpático, constituído por 80% de fibras eferentes. As fibras aferentes encontram-se distribuídas por todas as camadas da parede intestinal. Como tal, as fibras apenas conseguem transmitir sinais indiretos através de metabolitos sintetizados pela microbiota intestinal ou através de células localizadas no epitélio, as células entero-endócrinas (CEE). As células entero-endócrinas são fundamentais na deteção do conteúdo luminal bacteriano e dos metabolitos bacterianos, regulando a motilidade gastrointestinal, as secreções e a ingestão de alimentos, através do seu efeito indireto sobre as fibras aferentes do nervo vago. Ele representa a principal via de ligação neural entre a cavidade abdominal e o cérebro, existindo evidências suficientes que apontam para a capacidade da microbiota intestinal ativar esta via, provocando efeitos comportamentais e fisiológicos no cérebro. Em estudo realizado com murganhos (pequenos ratos) o nervo vago foi responsável por

mediar o efeito do probiótico *Lactobacillus reuteri* no processo de cicatrização de feridas nos citados ratinhos, aumentando a liberação de ocitocina do hipotálamo, efeito este que foi efetivamente bloqueado após vagotomia (SACRAMENTO, 2020).

Na via endócrina as citocinas são produzidas na mucosa intestinal e chegam ao cérebro através da corrente sanguínea. Quando a permeabilidade da barreira hematoencefálica (BHE) se encontra aumentada, as citocinas conseguem atravessá-la e atingir o hipotálamo, induzindo a liberação de glicocorticoides, nomeadamente o cortisol (SACRAMENTO, 2020).

O sistema imunológico exerce uma comunicação bidirecional com o SNC. A microbiota intestinal pode conduzir a efeitos indiretos no sistema imunológico inato, resultando na alteração dos níveis de citocinas pró e anti-inflamatórias em circulação, que podem afetar diretamente a função cerebral (SACRAMENTO, 2020).

As bactérias intestinais conseguem sintetizar diversos neurotransmissores e neuromoduladores (Tabela I neurometabolitos sintetizados por microorganismos), que atuam maioritariamente ao nível do SNE (SACRAMENTO, 2020).

Microorganismos	Metabolito
Lactobacillus spp. Bifidobacterium spp.	GABA
Escherichia spp. Bacillus spp. Saccharomyces spp.	Noradrenalina
Candida spp. Streptococcus spp. Enterococcus	Serotonina
Bacillus	Dopamina
Lactobacillus spp.	Acetilcolina

Tem sido esquecido que o fato de doenças neurodegenerativas estarem associadas a sintomas gastrointestinais, como: a diminuição da frequência de movimentos intestinais, a distensão abdominal e a constipação. Pois estes sintomas têm um impacto negativo na qualidade de vida dos doentes. As doenças neurodegenerativas (DN) são desencadeadas por mecanismos patogénéticos distintos e por neuro inflamação crônica. Neste tipo de doença a disbiose está ligada ao aumento da permeabilidade intestinal, aumentando o nível de molécula pró-inflamatória (LPS) e o estresse oxidativo, favorecendo a neurodegeneração (SACRAMENTO, 2020).

CONCLUSÃO

Conclui-se que não é um único padrão alimentar que previne o processo neurodegenerativo e sim um conjunto de alimentos que tem função neuroprotetora.

Padrões alimentares inadequados favorecem o desenvolvimento de doenças como diabetes, síndrome metabólica, demência e patologias neurodegenerativas. Como exemplo temos o padrão alimentar ocidental, que apresenta um alto consumo de processados e ultraprocessados, de alimentos inflamatórios e que é pobre na ingestão de vegetais.

O estilo de vida, a alimentação saudável, a prática de atividades físicas e os estímulos ao intelecto reduzem os níveis de mediadores inflamatórios circulantes. São essenciais na prevenção e melhora de doenças como depressão, demência, Parkinson e Alzheimer.

O padrão alimentar definido como anti-inflamatório e neuroprotetor é constituído por dietas do tipo hipocalórico e do Mediterrâneo. Entre outras ações, estas reduzem a incidência de doenças cardiovasculares e do diabetes mellitus, que são fatores associados à demência.

A dieta do mediterrâneo tem características anti-inflamatórias e muitos estudos demonstram que pessoas que adotam tal dieta têm risco reduzido de doenças cardiovasculares, declínio cognitivo e depressão.

Estudos em psiquiatria vêm mostrando a importância da alimentação e da suplementação alimentar como tratamento adjuvante ou tentativa de prevenção das doenças demenciais e depressão. Uma alimentação anti-inflamatória parece ser um bom caminho para evitar inflamações crônicas, reduzindo as possibilidades de que pessoas predispostas venham a desenvolver tais patologias.

Outro ponto que merece destaque é o papel da microbiota intestinal, com estudos demonstrando a importância do eixo intestino-cérebro para saúde humana. A necessidade de manter uma microbiota intestinal saudável (evitando a disbiose), atua de forma contrária a este fator desencadeador de doenças neurodegenerativas.

Eis uma área extremamente fascinante e completamente aberta para as pesquisas, que estão só iniciando. E da maior relevância para nós, seres humanos, diante do exponencial aumento na incidência destas patologias nos dias atuais. São imprescindíveis investimentos em estudos multidisciplinares sólidos, que melhorem a compreensão, a prevenção e avancem rumo a tratamentos mais eficazes.

REFERÊNCIAS

ANGELIS, Rebeca Carlota de. Novos conceitos em nutrição: reflexões a respeito do elo dieta e saúde. **Arquivos de Gastroenterologia**, v. 38, p. 269-271, 2001.

ARABBI, Paola Raffaella. Alimentos funcionais-aspectos gerais. **Nutrire Rev. Soc. Bras. Aliment. Nutr**, p. 87-102, 2001.

AVANCINI, Vitoria Steffenello. O papel da inflamação e a influência da dieta e do ômega 3 na prevenção e no tratamento dos quadros depressivos. **RELATOS DE CASOS**, v. 65, n. 2, p. 355-364, 2021.

BUSINARO, Rita e cols. Oportunidades terapêuticas para suplementos alimentares em doenças neurodegenerativas e depressão. **Fronteiras da Nutrição**, v. 8, p. 669846, 2021. See More.

CAVIGLIONI, Vanessa Moreno; SILVA, Lara Bérghamo. O papel dos padrões alimentares na prevenção de demência: revisão da literatura. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 39, n. 4, p. 279-85, 2021.

CLETO, Luiz Eduardo Senedese. A influência da dieta no tratamento e prevenção de doenças neurodegenerativas.

DE ANDRADE, Aline Marcelino et al. Os ácidos graxos ômega-3 revertem a neuroinflamação induzida por dieta rica em gordura, mas não o comprometimento da memória de reconhecimento em ratos. *Doença Cerebral Metabólica*, v. 32, p. 1871-1881, 2017.

Disorders in Alzheimer's Disease: an integrative review. **Health and Biosciences**, v. 3, n. 2, p. 5-17, 2022.

FLUHARTY, Meg et al. A associação do tabagismo com depressão e ansiedade: uma revisão sistemática. **Nicotine & Tobacco Research**, v. 19, n. 1, pág. 3-13, 2016.

LOURIDA, Ilianna et al. Dieta mediterrânea, função cognitiva e demência: uma revisão sistemática. *Epidemiologia*, pág. 479-489, 2013.

MANOSSO, Luana Meller. O papel da alimentação na melhora.

MISCHOULON, David; FREEMAN, Marlene P. Ácidos graxos ômega-3 em psiquiatria. *Clínicas Psiquiátricas*, v.36, n. 1, pág 15-23, 2013.

ROCHA, Thainá Teixeira; FRANÇA, Flávia Dayrell. Alterações do Sistema Imunológico na Doença de Alzheimer: uma revisão integrativa: *Immune System*.

SACRAMENTO, Maria João de Sousa. **Relatórios de Estágio e Monografia intitulada "A Influência da Microbiota Intestinal nas Doenças Neurodegenerativas"**. 2020. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra.

SANTANA, Jucinelia Dia; DOURADO, Suzy Hellen A.; BIESKI, Isanete Geraldini Costa. Potencial das plantas medicinais no tratamento de doença de Alzheimer com ênfase em *Curcuma longa*. **Revista Saúde Viva Multidisciplinar da AJES**, v. 1, n. 1, 2018.

TEIXEIRA, Ana Maria Completo da Silva. **Mecanismos de neuroproteção pelos polifenóis naturais presentes na alimentação**. 2015. Tese de Doutorado.

VIDAL, Andressa Meirelles et al. A ingestão de alimentos funcionais e sua contribuição para a diminuição da incidência de doenças. **Caderno de Graduação-Ciências Biológicas e da Saúde-UNIT-SERGIPE**, v. 1, n. 1, p. 43-52, 2012.

YALAGALA, Poorna CR et al. Lipase treatment of dietary krill oil, but not fish oil, enables enrichment of brain eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid. *Molecular nutrition & food research*, v.64, n.12, p. 2000059, 2020.

ZIONKO, Joziane Aparecida et al. Consumo regular de alimentos ricos em compostos bioativos e nutrientes antioxidantes e estado cognitivo de idosos. **DEMTRA: Alimentação, Nutrição & Saúde**, v. 17, p. 53955, 2022.

RELAÇÃO ENTRE OBESIDADE E DESENVOLVIMENTO DA DOENÇA DE ALZHEIMER

Data de submissão: 16/02/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Débora Fernandes Pinheiro

Docente. Departamento de Nutrição.
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos. Universidade
Federal do Paraná
Caçador – Santa Catarina
<https://orcid.org/0000-0001-5413-8994>

Ana Cristina Silva da Natividade

Mestranda em Engenharia e Ciência de
Alimentos - Universidade Federal do Rio
Grande (FURG)
Rio Grande – Rio Grande do Sul
<https://orcid.org/0000-0002-7283-1044>

Cleber do Amaral Mafessoni Liviz

Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos. Universidade
Federal do Paraná.
Curitiba – Paraná
<https://orcid.org/0000-0003-0859-1581>

Karoline Leticia Lovis

Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos. Universidade
Federal do Paraná.
Curitiba – Paraná
<https://orcid.org/0000-0002-4609-2321>

José Matheus Santos Oliveira

Mestrando em Ciência e Tecnologia de
alimentos (PPGCTA) na Universidade
Federal de Pelotas (UFPeI)
Pelotas – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5483484008351632>

Nayara Pereira Lima

Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos. Universidade
Federal do Paraná.
Curitiba – Paraná
<https://orcid.org/0000-0003-0945-5856>

Josiane Goularte Pinheiro

Discente do curso de Nutrição.
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.
Caçador – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/4269439270405557>

Thalia Marchinhaki Pedro Miranda

Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos. Universidade
Federal do Paraná.
Curitiba – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/9070331909025408>

Jéssica Santana Gilioli

Discente do curso de Nutrição.
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.
Caçador – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/3247896450135566>

Jéssica Dalla Costa

Discente do curso de Nutrição.
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.
Caçador – Santa Catarina
<http://lattes.cnpq.br/4366127452742188>

Djenefer Giane Baze de Miranda

Discente do curso de Nutrição.
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.
Caçador – Santa Catarina

Priscila Dal Bosco

Discente do curso de Nutrição.
Universidade Alto Vale do Rio do Peixe.
Caçador – Santa Catarina

RESUMO: A doença de Alzheimer é neurodegenerativa progressiva e irreversível mais comum com prevalência crescente em todo o mundo, está relacionada com o aumento da expectativa de vida, lesões vasculares, hiperglicemia, hiperinsulinemia, desregulação do apetite e obesidade. Diante do exposto o objetivo desse trabalho foi pesquisar sobre a obesidade como fator de risco para a doença de Alzheimer (DA). Para isso foi realizada uma revisão de literatura de caráter exploratório e descritivo. Verificou-se que a obesidade tem sido associada a déficits cognitivos, podendo, a longo prazo, prejudicar as transmissões sinápticas, afetar a neuroplasticidade levando a redução do volume cerebral, esses fatores aumentam a probabilidade de desenvolver a DA. A obesidade pode levar a disfunção endotelial resultando em uma oferta inadequada de oxigênio, favorecendo a formação das placas β -amiloide, que caracteriza a alteração patogênica da DA. Para tratamento da DA são utilizados os inibidores da acetilcolinesterase e antagonista dos receptores de N- metil-D- aspartato (NMDA). Conclui-se que a DA é uma doença incapacitante e progressiva que afeta de forma negativa a qualidade de vida das pessoas. O tratamento melhora a transmissão colinérgica no sistema nervoso central e evita toxicidade devido a estimulação excessiva dos receptores NMDA no cérebro.

PALAVRAS-CHAVE: Obesidade. Doença de Alzheimer. Demência.

RELATIONSHIP BETWEEN OBESITY AND DEVELOPMENT OF ALZHEIMER'S DISEASE

ABSTRACT: Alzheimer's disease is the most common progressive and irreversible neurodegenerative disease with increasing prevalence worldwide, it is related to increased life expectancy, vascular lesions, hyperglycemia, hyperinsulinemia, appetite dysregulation and obesity. Given the above, the objective of this work was to research obesity as a risk factor for Alzheimer's disease (AD). For this, an exploratory and descriptive literature review was carried out. It was found that obesity has been associated with cognitive deficits, which may, in the long term, impair synaptic transmissions, affect neuroplasticity leading to reduced brain volume, these factors increase the likelihood of developing AD. Obesity can lead to

endothelial dysfunction resulting in an inadequate supply of oxygen, favoring the formation of β -amyloid plaques, which characterize the pathogenic alteration of AD. For the treatment of AD, acetylcholinesterase inhibitors and N-methyl-D-aspartate (NMDA) receptor antagonists are used. It is concluded that AD is a disabling and progressive disease that negatively affects people's quality of life. The treatment improves cholinergic transmission in the central nervous system and prevents toxicity due to excessive stimulation of NMDA receptors in the brain.

KEYWORDS: Obesity. Alzheimer's disease. Dementia.

1 | INTRODUÇÃO

A Doença de Alzheimer (DA) é conhecida como doença neurodegenerativa progressiva mais comum com uma prevalência crescente em todo o mundo. De acordo com World Alzheimer Report, mais de 50 milhões de pessoas em todo o mundo sofrem de demência (MENG et al., 2022). Caracteriza-se por duas lesões principais no cérebro: placas senis, formadas principalmente pelo peptídeo beta-amiloide ($A\beta$) e emaranhados neurofibrilares, compostos principalmente pela proteína tau hiperfosforilada (p-tau) (DETURE; DICKSON, 2019).

Os fatores de risco ambientais associados à DA incluem lesões vasculares, aterosclerose, hipertensão, intolerância à glicose, resistência à insulina, hiperglicemia, hiperinsulinemia, desregulação do apetite e obesidade (HAYDEN, 2019). A incidência crescente causada pela obesidade se deve a mudança dos hábitos alimentares, pelo aumento do consumo da gordura e pela redução substancial da atividade física (LIORET et al., 2019).

A DA é uma das doenças mais associadas ao envelhecimento (XIA et al., 2018). Da mesma forma, o envelhecimento está ligado a um aumento do peso corporal, adiposidade e variações de hormônios e adipocinas, mostrando um padrão alterado com a idade (CHOWEN; GARCIA-SEGURA, 2020).

Um aumento no tecido adiposo pode promover uma diminuição do fluxo sanguíneo para o cérebro, levando a lesão vascular (LIORET et al., 2019). A obesidade está relacionada a alterações na vascularização cerebral, pois o tecido adiposo perivascular não é encontrado ao redor das artérias cerebrais (DORRANCE; MATIN; PIRES, 2014).

A neuroinflamação pode ser desencadeada por um desequilíbrio na microbiota intestinal devido ao consumo de dietas ricas em gorduras e açúcares (SOLAS et al., 2017), o que pode provocar uma alteração no "eixo intestino-cérebro". Assim, a obesidade estabelece como fator de risco para doença de Alzheimer.

2 | DESENVOLVIMENTO

2.1 Associação entre obesidade e déficits cognitivos

Na obesidade, o tecido adiposo branco (TAB) não apenas armazena o excesso

de energia, mas também participam da função endócrina (VÁSQUEZ-VELA; TORRES; TOVAR, 2008). TAB secreta um grupo de substâncias chamadas adipocinas que exercem funções autócrinas, parácrinas e endócrinas. efeitos no nível sistêmico e centralmente no sistema nervoso central (SNC) (FORNY-GERMANO et al., 2019).

A obesidade tem sido associada a déficits cognitivos, podendo, a longo prazo, prejudicar as transmissões sinápticas, afetar a neuroplasticidade levando a redução do volume cerebral, esses fatores aumentam a probabilidade de desenvolver a doença de Alzheimer (DA) e outras demências (FLORES-CORDERO et al., 2022; TSAI et al., 2019).

A figura 1 abaixo, representa quais são os mecanismos patológicos comuns que ligam a obesidade à Doença de Alzheimer.

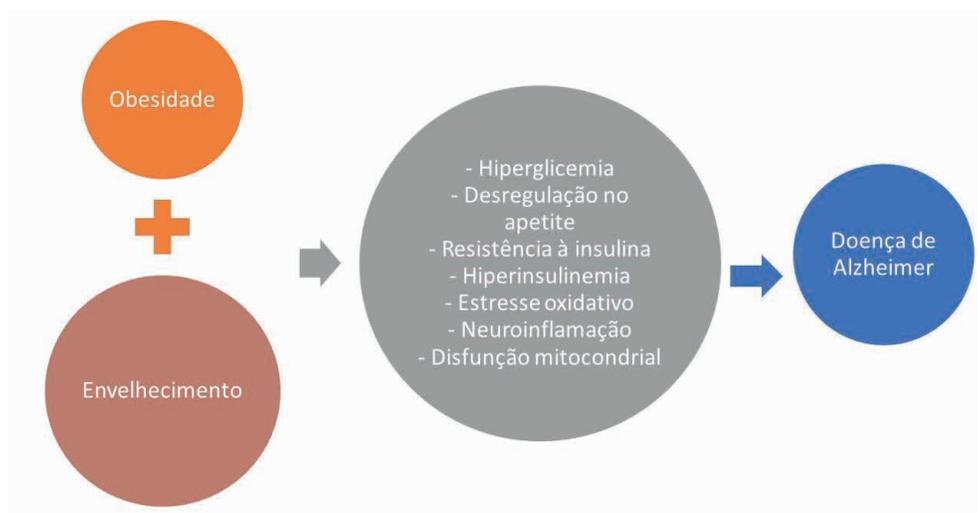


Figura 1. Mecanismos patológicos comuns que ligam a obesidade à Doença de Alzheimer (DA).

Autores, 2023.

As consequências da obesidade tendem a ter associação com o desenvolvimento da doença de Alzheimer. A deposição do peptídeo β -amiloide pode estar relacionada diretamente a fatores de risco cardiovascular como a falta da prática de exercícios físicos, níveis de cortisol aumentado, hipertensão e dieta inadequada. Há estudos que apontam que o córtex pré-frontal, também atingido pela DA, sofre danos significativos em seu tamanho, sendo que em pacientes obesos e com sobrepeso, essa região tende a diminuir, ou seja, o sobrepeso/obesidade é fator de risco para essa neurodegeneração (WILLEUMIER, TAYLOR, AMEN, 2011; FERREIRA et.al., 2014).

A obesidade, através de uma alimentação rica em açúcares e gorduras, pode modificar a microbiota intestinal disfuncional, e conseqüentemente, o eixo intestino-cérebro. Esse fenômeno tende a aumentar a inflamação sistêmica, incluindo o cérebro.

Como consequência desse processo, há uma interrupção da neuroplasticidade sináptica que desencadeia a neurodegeneração com possibilidade de atrofia cerebral. Além disso, a obesidade pode levar a disfunção endotelial levando a uma diminuição da perfusão cerebral. A oferta inadequada de oxigênio, favorece a formação das placas β -amiloide, que caracteriza a alteração patogênica da DA (SOLAS et. al 2017; ANJUM et.al., 2018).

2.2 Alterações metabólicas

O envelhecimento e distúrbios associados ao envelhecimento envolvem o equilíbrio energético alterado (BOCCARDI et al., 2017). O metabolismo, incluindo a regulação da glicose e o equilíbrio do apetite, é controlado por entradas regulatórias centrais (principalmente via hipotálamo) e sinais periféricos, como insulina, grelina, colecistocinina e adipocinas (por exemplo, leptina e adiponectina) (XIA et al., 2018). É possível que a associação entre risco aumentado de desenvolver DA e excesso de peso corporal reflita o efeito potencial de uma dieta rica em açúcares simples e gorduras para o desenvolvimento da DA (REILLY et al., 2020)

Há também uma conexão entre diabetes *mellitus* (DM) tipo 2 (DM) e DA, indivíduos com DM têm aproximadamente 2 vezes mais risco de desenvolver DA, em comparação com pacientes sem a doença (ROJAS et al., 2021).

A resistência à insulina (RI) é uma condição patológica, muitas vezes referida como intolerância à glicose, na qual os tecidos-alvo não respondem fisiologicamente à insulina, resultando em hiperinsulinemia (CZECH, 2017). A hiperinsulinemia pode interromper a função fisiológica de vários órgãos vitais, prejudicando a sinalização da insulina e interrompendo a transdução da sinalização intracelular (KHALID et al., 2021). A obesidade é o principal contribuinte para a indução de resistência insulínica periférica, resultando em superprodução de ácidos graxos livres e causando estresse oxidativo (MANNA; JAIN, 2015). Estudos *in vivo* e *in vitro*, demonstraram que a resistência insulínica obesa crônica induzida por uma dieta rica em gordura exibiu um declínio cognitivo com regulação prejudicada da insulina, aumento da inflamação, disfunção mitocondrial, aumento do estresse oxidativo e apoptose no cérebro (SRIPETCHWANDEE; CHATTIPAKORN; CHATTIPARKON, 2018). Esses resultados sugerem que a RI periférica crônica pode induzir a RI cerebral e disfunção cerebral.

2.3 Hormônio Leptina

Há evidências acumuladas de estudos epidemiológicos de que as alterações no peso corporal estão associadas à doença de Alzheimer (DA) desde a obesidade na meia-idade, aumentando o risco de desenvolver DA até a perda de peso que ocorre nos estágios iniciais da DA (GRAU-RIVERA et al., 2021). Portanto, os fatores que regulam o peso corporal provavelmente influenciam o desenvolvimento e a progressão da DA (ISHII; IADECOLA, 2016). O hormônio derivado de adipócitos, a leptina, surgiu como um importante regulador

do peso corporal, principalmente pela ativação de circuitos neurais hipotalâmicos (TIMPER; BRÜNING, 2017). A leptina também tem vários efeitos pleotrópicos, incluindo a regulação da função cognitiva e efeitos neuroprotetores, sugerindo uma potencial ligação entre a leptina e a DA (MCGUIRE; ISHII, 2016).

Estudo sobre o papel da leptina no desenvolvimento da neuroinflamação tem sido cada vez mais verificados. A leptina é uma adipocina secretada pelo tecido adiposo que aumenta na obesidade e tem ações centrais não só a nível hipotalâmico, mas também em outras regiões e núcleos do sistema nervoso central (SNC), como o córtex cerebral e hipocampo (FLORES-CORDERO et al., 2022). Essas regiões expressam a forma longa do receptor de leptina LepRb, que é o único receptor de leptina capaz de transmitir a sinalização completa de leptina, e são as primeiras regiões a serem afetadas na DA (MARWARHA; GHRIBI, 2012).

2.4 Dietoterapia

As intervenções preventivas apresentam melhores resultados quando introduzidas antes dos primeiros sintomas de demência. Sabe-se que por volta dos 50 anos (ŚLIWIŃSKA; JEZIOREK, 2021), é quando ocorre alterações neuropatológicas afetando o estado nutricional, o número de sinapses, a cognição do indivíduo e o sistema nervoso tenta compensar essas alterações, atuando de maneira preventiva aumenta as chances do paciente se manter saudável por um longo período de tempo (MERLO et al., 2019). Estudos demonstram que os hábitos alimentares, que levam ao desenvolvimento de doenças cardiovasculares e metabólicas, aumentam significativamente o risco de demência (BELLO-CORRAL et al., 2021; CENA, CALDER, 2020; MORRIS, 2016).

Estudos relatam que uma dieta rica em gordura como em ácidos graxos saturados e aminoácidos de cadeia ramificada (BCAA) promove a progressão da demência (TOURNISSAC et al., 2018) e acelera a patologia (ŚLIWIŃSKA; JEZIOREK, 2021; REILLY et al., 2020). Por outro lado, uma dieta rica em antioxidantes, fibras e ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 pode ter um efeito protetor no processo neurodegenerativo (ANDREU-REINÓN et al., 2021).

Entre os novos métodos de prevenção e tratamento da DA estão os nutracêuticos, que desempenham um papel fundamental, pois esses nutrientes, quando se encontram deficientes podem iniciar ou acelerar o desenvolvimento de alterações patológicas nas estruturas cerebrais (KĘPKA et al., 2022). Juntamente a isto, o ácido fólico, vitaminas B12, B6, C, E e selênio demonstraram ter um efeito protetor na função cognitiva e potencialmente reduzir os sintomas depressivos durante o envelhecimento, e suas deficiências, incluindo altos níveis de homocisteína, estão associadas a comprometimento cognitivo em idosos (LAUER et al., 2022).

2.5 Fisiopatologia da Doença de Alzheimer

A Doença de Alzheimer (DA) é um tipo de demência caracterizada pela degeneração das funções cognitivas, sendo inicialmente manifestada pela perda de memória (SOUZA et al., 2021; RODRIGUES et al., 2019). A doença foi documentada pela primeira vez pelo psiquiatra Alois Alzheimer, em 1906, ao observar um paciente de 51 anos que apresentava piora progressiva de linguagem e memória. Após o falecimento do paciente, uma autópsia revelou acúmulo de placas amilóides no espaço extracelular e lesões de neurofilamentos dos neurônios por todo o córtex cerebral, características importantes da então nomeada doença de Alzheimer (SOUZA et al., 2021).

Morfológicamente, a DA define-se por atrofia cortical com morte neuronal, acompanhada de aumento de ventrículos e sulcos cerebrais, principalmente nas áreas hipocâmpais e corticais associadas, as quais são aéreas importantes para as funções cognitivas, motoras, de aprendizagem e memória (SOUZA et al., 2021). Ainda que a etiologia da DA não esteja completamente esclarecida sabe-se que há fatores ambientais e genéticos envolvidos, sendo as principais hipóteses para explicar essa patologia a cascata amilóide e a colinérgica. (SILVA, MASSAROLLO, 2022)

Na primeira hipótese, a neurodegeneração é decorrente de uma deposição anormal de placas senis e substância β -amilóide, a partir da cisão de uma proteína precursora amilóide (APP). Já na teoria colinérgica, ocorre uma alteração no sistema colinérgico que leva ao decréscimo de substâncias colinérgicas o que pode gerar deficiências cognitivas e degeneração de neurônios colinérgicos, e, conseqüentemente, perda de colina acetiltransferase e de acetilcolinesterase, prejudicando as funções de aprendizagem e memória (SILVA, MASSAROLLO, 2022; MACHADO, CARVALHO, ROCHA SOBRINHO, 2020).

Ainda segundo Pietronigro et al, os acúmulos anormais do peptídeo β -amilóide e os emaranhados fibrilares de proteína Tau em vasos e no parênquima cerebral liberam interleucinas IL-1 e IL-6, fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e radicais livres, os quais de forma excessiva causam danos ao meio neuronal. Além disso, estudos sugerem que o estresse oxidativo pode aumentar a produção e acúmulo de β -amilóide e favorecer a fosforilação da proteína Tau, o que configura um processo repetitivo em que ocorre a promoção e a progressão da DA (RODRIGUES et al., 2019).

Em decorrência dessa fisiologia deturpada os pacientes com DA apresentam um estado neuroinflamatório, causado especialmente pelos compostos neurotóxicos, como interleucinas e TNF- α , o que gera mecanismos que contribuem para o dano tecidual. Apesar das evidências mostrarem a participação das células micróglias nesse processamento do estado inflamatório é certo que os mecanismos que participam da neuroinflamação e neurodegeneração na DA são diversos, sendo constituído de um cenário multifatorial e complexo (MACHADO, CARVALHO, ROCHA SOBRINHO, 2020).

2.6 Tratamento da Doença de Alzheimer

No momento, há apenas duas classes medicamentosas aprovadas para o tratamento da DA que são os inibidores da acetilcolinesterase e antagonista dos receptores de N-metil-D-aspartato (NMDA). Esses medicamentos apresentam melhora no comportamento cognitivo, mas não são eficientes em impedir a neurodegeneração. O objetivo do tratamento medicamentoso é melhorar a transmissão colinérgica no sistema nervoso central e evitar a toxicidade da estimulação excessiva dos receptores NMDA glutamato no cérebro (RANG et al., 2016).

Os representantes mais usados dos inibidores da acetilcolinesterase são donezepila, rivastigmina, e galantamina e tendem a influenciar na melhora cognitiva nos pacientes com DA pela otimização da transmissão colinérgica no SNC. Entre os efeitos adversos dessa classe estão: tremores, bradicardia, náuseas, diarreia, anorexia e mialgia. São utilizados para o tratamento da doença nas fases leve e moderada (WHALEN, FINKELL, PANAVELIL, 2016; MACHADO, 2021).

A memantina é a representante dos antagonistas de receptores de NMDA e é utilizada na fase moderada e grave da doença. Normalmente é receitada em conjunto com os inibidores de acetilcolinesterase. Essa medicação evita efeito excitotóxicos dos neurônios bloqueando o receptor de NMDA e o influxo de Ca^{2+} no neurônio. Os efeitos adversos são muito similares aos sintomas da doença como confusão, agitação e intranquilidade (WHALEN, FINKELL, PANAVELIL, 2016; MACHADO, 2021).

O tratamento não farmacológico também é de fundamental importância para a melhora da qualidade de vida do paciente. Uma revisão de literatura concluiu que a musicoterapia é um método eficiente que provou a melhora da qualidade da vida dos pacientes por promover a diminuição da dependência na realização das atividades diárias. Terapias também são muito citadas na melhora do paciente como prática da reminiscência, estimulação cognitiva e terapia orientação para realidade (TOR), terapia ocupacional e oficinas terapêuticas (COSTA et al., 2019; MACHADO, 2021).

2.7 Considerações Finais

Atualmente a obesidade é considerada um dos maiores problemas de saúde pública no mundo, é caracterizada por um acúmulo excessivo de gordura corporal que acarreta diversos prejuízos à saúde. O aumento da expectativa de vida observado na população mundial nas últimas décadas evidenciou a associação entre a obesidade e transtornos neurológicos, incluindo o comprometimento cognitivo e doença de Alzheimer.

A obesidade e seus desdobramentos podem provocar modificações na morfologia e função cerebral relacionadas a fatores como o envelhecimento e o consumo de uma dieta rica em gordura. Além disso a obesidade, resultado de uma alimentação rica em açúcares e gorduras, pode alterar a microbiota intestinal causando alterações no o eixo

intestino-cérebro, como resultado pode aumentar a inflamação sistêmica, atingindo regiões cerebrais ligadas a cognição e tem como consequência a perda da neuroplasticidade sináptica que desencadeia a neurodegeneração com possibilidade de atrofia cerebral. Além disso, a obesidade pode levar a disfunção endotelial levando a uma diminuição da perfusão cerebral. A oferta inadequada de oxigênio, favorece a formação das placas β -amiloide, que caracteriza a alteração patogênica da DA. Sugerimos que sejam realizados mais estudos que possam ajudar a esclarecer melhor a relação entre obesidade e DA.

REFERÊNCIAS

ANDREU-REINÓN, María Encarnación et al. Mediterranean diet and risk of dementia and Alzheimer's disease in the EPIC-Spain dementia cohort study. **Nutrients**, v. 13, n. 2, p. 700, 2021.

ANJUM, Ibrar et al. Does obesity increase the risk of dementia: a literature review. **Cureus**, v. 10, n. 5, 2018.

BELLO-CORRAL, Laura et al. The Influence of Nutrition in Alzheimer's Disease: Neuroinflammation and the Microbiome vs. Transmissible Prion. **Frontiers in neuroscience**, v. 15, p. 677777, 2021.

BOCCARDI, Marina et al. The biomarker-based diagnosis of Alzheimer's disease. 2-lessons from oncology. **Neurobiology of Aging**, v.52, p.141-152, 2017.

CENA, Hellas; CALDER, Philip C. Defining a healthy diet: evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease. **Nutrients**, v. 12, n. 2, p. 334, 2020.

CHOWEN, Julie A.; GARCIA-SEGURA, Luis M. Microglia, neurodegeneration and loss of neuroendocrine control. **Progress in Neurobiology**, v. 184, p. 101720, 2020.

COSTA, Bruna Guedes Lopes et al. Métodos não farmacológicos para o tratamento do Alzheimer: uma revisão integrativa. **Revista de Enfermagem do Centro-Oeste Mineiro**, v. 9, 2019.

CZECH, Michael P. Insulin action and resistance in obesity and type 2 diabetes. **Nature medicine**, v. 23, n. 7, p. 804-814, 2017.

DA SILVA, P.M. Terapias não farmacológicas no tratamento de pessoas idosas com doença de Alzheimer. Trabalho de conclusão de curso -Faculdade de Enfermagem Nova Esperança – FACENE, João Pessoa, 21 p, 2021.

DA SILVA MACHADO, Bruna. Terapias farmacológicas e não farmacológicas no tratamento da Doença de Alzheimer–Uma Revisão Narrativa da Literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 9, n. 3, p. 1-11, 2021.

DETURE, Michael A.; DICKSON, Dennis W. The neuropathological diagnosis of Alzheimer's disease. **Molecular neurodegeneration**, v. 14, n. 1, p. 1-18, 2019.

DORRANCE, Anne; MATIN, Nusrat; W PIRES, Paulo. The effects of obesity on the cerebral vasculature. **Current vascular pharmacology**, v. 12, n. 3, p. 462-472, 2014.

- FERREIRA, Luiz K. et al. The link between cardiovascular risk, Alzheimer's disease, and mild cognitive impairment: support from recent functional neuroimaging studies. **Brazilian Journal of Psychiatry**, v. 36, p. 344-357, 2014.
- FLORES-CORDERO, Juan Antonio et al. Obesity as a Risk Factor for Dementia and Alzheimer's Disease: The Role of Leptin. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 9, p. 5202, 2022.
- FORNY-GERMANO, Leticia; DE FELICE, Fernanda G.; VIEIRA, Marcelo Nunes do Nascimento. The role of leptin and adiponectin in obesity-associated cognitive decline and Alzheimer's disease. **Frontiers in neuroscience**, v. 12, p. 1027, 2019.
- GRAU-RIVERA, Oriol et al. Association of weight change with cerebrospinal fluid biomarkers and amyloid positron emission tomography in preclinical Alzheimer's disease. **Alzheimer's Research & Therapy**, v. 13, n. 1, p. 1-12, 2021.
- HAYDEN, Melvin R. Type 2 diabetes mellitus increases the risk of late-onset Alzheimer's disease: Ultrastructural remodeling of the neurovascular unit and diabetic gliopathy. **Brain sciences**, v. 9, n. 10, p. 262, 2019.
- ISHII, Makoto; IADECOLA, Costantino. Adipocyte-derived factors in age-related dementia and their contribution to vascular and Alzheimer pathology. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease**, v. 1862, n. 5, p. 966-974, 2016.
- KĘPKA, Alina et al. Healthy Food Pyramid as Well as Physical and Mental Activity in the Prevention of Alzheimer's Disease. **Nutrients**, v. 14, n. 8, p. 1534, 2022.
- KHALID, Mariyam et al. Insulin signal transduction perturbations in insulin resistance. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 16, p. 8590, 2021.
- LAUER, Anna Andrea et al. Mechanistic Link between Vitamin B12 and Alzheimer's Disease. **Biomolecules**, v. 12, n. 1, p. 129, 2022.
- LLORET, Ana et al. Obesity as a risk factor for Alzheimer's disease: implication of leptin and glutamate. **Frontiers in neuroscience**, v. 13, p. 508, 2019.
- MACHADO, A. P. R.; CARVALHO, I. O.; ROCHA SOBRINHO, H. M. DA. Neuroinflamação na Doença de Alzheimer. **Revista brasileira militar de ciências**, v. 6, n. 14, 3 fev. 2020.
- MANNA, Prasenjit; JAIN, Sushil K. Obesity, oxidative stress, adipose tissue dysfunction, and the associated health risks: causes and therapeutic strategies. **Metabolic syndrome and related disorders**, v. 13, n. 10, p. 423-444, 2015.
- MARWARHA, Gurdeep.; GHRIBI, Othman. Leptin signaling and Alzheimer's disease. **American Journal of Neurodegenerative disease**, v.1, n.3, p.245-265, 2012.
- MCGUIRE, Matthew J.; ISHII, Makoto. Leptin dysfunction and Alzheimer's disease: evidence from cellular, animal, and human studies. **Cellular and molecular neurobiology**, v. 36, n. 2, p. 203-217, 2016.
- MENG, Lei et al. Causal association evaluation of diabetes with Alzheimer's disease and genetic analysis of antidiabetic drugs against Alzheimer's disease. **Cell & Bioscience**, v. 12, n. 1, p. 1-16, 2022.

MERLO, Sara; SPAMPINATO, Simona Federica; SORTINO, Maria Angela. Early compensatory responses against neuronal injury: A new therapeutic window of opportunity for Alzheimer's Disease?. **CNS neuroscience & therapeutics**, v. 25, n. 1, p. 5-13, 2019.

MORRIS, Martha Clare. Nutrition and risk of dementia: overview and methodological issues. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1367, n. 1, p. 31-37, 2016.

PIETRONIGRO, E. C. et al. NETosis in Alzheimer's disease. *Front Immunol* 8: 211. 2017.

RANG, H.P; DALE, M.M. . *Farmacologia Clínica*. - 8ªedição. Editora Elsevier, 2016.

REILLY, Austin M. et al. Metabolic defects caused by high-fat diet modify disease risk through inflammatory and amyloidogenic pathways in a mouse model of Alzheimer's disease. **Nutrients**, v. 12, n. 10, p. 2977, 2020.

RODRIGUES, Nathan Miranda et al. Análise da patogênese da doença de Alzheimer: revisão narrativa da literatura. **HU Revista**, v. 45, n. 4, p. 465-470, 2019.

ROJAS, Milagros et al. Alzheimer's disease and type 2 diabetes mellitus: Pathophysiologic and pharmacotherapeutics links. **World Journal of Diabetes**, v. 12, n. 6, p. 745, 2021.

SILVA, E. K. S.; DAROS MASSAROLLO, M. Estado nutricional de indivíduos com a Doença de Alzheimer e a relação entre a fisiopatologia da doença e a alimentação. *Revista Faz Ciência*, [S. l.], v. 24, n. 39, p. 120–136, 2022. DOI: 10.48075/rfc.v24i39.28246.

ŚLIWIŃSKA Silvy, JEZIOREK Malgorzata. The role of nutrition in Alzheimer's disease. **Rocz Panstw Zakl Hig in English**, v.72, n.1, p.29-39, 2021.

SOLAS, Maite et al. Inflammation and gut-brain axis link obesity to cognitive dysfunction: plausible pharmacological interventions. **Current opinion in pharmacology**, v. 37, p. 87-92, 2017.

SOUZA, Elizabeth Scatolino de et al. Doença de Alzheimer: abordagem sobre a Fisiopatologia. 2021.

SRIPETCHWANDEE, Jirapas; CHATTIPAKORN, Nipon; CHATTIPAKORN, Siriporn C. Links between obesity-induced brain insulin resistance, brain mitochondrial dysfunction, and dementia. **Frontiers in endocrinology**, v. 9, p. 496, 2018.

TIMPER, Katharina; BRÜNING, Jens C. Hypothalamic circuits regulating appetite and energy homeostasis: pathways to obesity. **Disease models & mechanisms**, v. 10, n. 6, p. 679-689, 2017.

TOURNISSAC, Marine et al. Dietary intake of branched-chain amino acids in a mouse model of Alzheimer's disease: Effects on survival, behavior, and neuropathology. **Alzheimers Dement (NY)**, v.4, p.677-687, 2018.

TSAI, Chia-Liang et al. Differences in neurocognitive performance and metabolic and inflammatory indices in male adults with obesity as a function of regular exercise. **Experimental Physiology**, v. 104, n. 11, p. 1650-1660, 2019.

VÁZQUEZ-VELA, Maria Eugenia Frigolet; TORRES, Nimbe; TOVAR, Armando R. White adipose tissue as endocrine organ and its role in obesity. **Archives of medical research**, v. 39, n. 8, p. 715-728, 2008.

WHALEN, Karen; FINKEL, Richard; PANAVELIL, Thomas A. **Farmacologia Ilustrada-6ª Edição**. Artmed Editora, 2016.

WILLEUMIER, Kristen C.; TAYLOR, Derek V.; AMEN, Daniel G. Elevated BMI is associated with decreased blood flow in the prefrontal cortex using SPECT imaging in healthy adults. **Obesity**, v. 19, n. 5, p. 1095-1097, 2011.

XIA, Xian et al. Aging and Alzheimer's disease: comparison and associations from molecular to system level. **Aging cell**, v. 17, n. 5, p. e12802, 2018.

DETERMINAÇÃO DE COBRE EM AMOSTRAS DE CACHAÇA ARTESANAL PRODUZIDAS NA REGIÃO DE ITAPIRA-SP

Data de aceite: 03/04/2023

Stephanie Aparecida Corassa

Fundação Hermínio Ometto

Araras-SP

<http://lattes.cnpq.br/8738700541620362>

Mariza Campagnolli Chiaradia Nardi

Fundação Hermínio Ometto

Araras-SP

<http://lattes.cnpq.br/5457333111077975>

RESUMO: A cachaça é uma bebida típica e exclusivamente brasileira que, de acordo com o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), também é denominada aguardente de cana de açúcar, e apresenta graduação alcoólica entre 38% e 48% em volume à 20°C. A produção artesanal de cachaça é comumente realizada em alambiques de cobre, o que confere melhores características sensoriais à bebida. Porém, durante a destilação, pode ocorrer a formação do azinhavre [CuCO₃Cu(OH)₂], que se mistura ao produto final, gerando contaminação. A ingestão de grandes quantidades de cobre pode ocasionar problemas à saúde dos consumidores, afetar diversos órgãos e até levar à morte. Neste contexto, este trabalho teve por objetivo determinar o

teor de cobre em amostras de cachaça comercializadas na cidade de Itapira-SP para verificar se atendem ao limite de 5 mg/L estabelecido pelo MAPA. Para isso, foi avaliada a metodologia analítica baseada na volumetria. Com o método foram encontradas concentrações de cobre nas amostras entre 0,3 mg/L e 9,5 mg/L, indicando que algumas amostras estão acima dos limites estabelecidos pela legislação brasileira.

PALAVRAS-CHAVE: Cachaça, cobre, quantificação.

DETERMINATION OF COPPER IN ARTISANAL CACHAÇA SAMPLES PRODUCED IN THE REGION OF ITAPIRA-SP

ABSTRACT: Cachaça is a typical and exclusively Brazilian beverage which, according to MAPA (Ministry of Agriculture, Pecuária e Abastecimento), is also called sugar cane brandy, and presents alcoholic strength between 38% and 48% in volume at 20°C. The artisanal production of cachaça is commonly performed in copper stills, which gives better sensory characteristics to the beverage. However, during distillation, the formation of azinhavre [CuCO₃Cu(OH)₂] may occur, which mixes

with the final product, generating contamination. The ingestion of large amounts of copper can cause health problems to the consumers, affecting several organs and even leading to death. In this context, this work aimed to determine the copper content in samples of cachaça sold in the city of Itapira-SP to verify if they meet the limit of 5 mg/L established by MAPA. For this, the analytical methodology was evaluated employing volumetry. With the method, copper concentrations were found in the samples between 0.3 mg/L and 9.5 mg/L, indicating that some samples are above the limits established by Brazilian legislation.

KEYWORDS: Cachaça, copper, quantification.

1 | INTRODUÇÃO

1.1 A Cachaça

De acordo com o Decreto nº 6.871 de 4 de junho de 2009 que regulamenta a Lei nº 8.918 de 1994, a cachaça é definida como aguardente de cana típica e exclusivamente brasileira, com graduação alcoólica entre trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, tendo por limite a adição de até seis gramas de açúcar por litro (MAPA, 2019). Fora essas especificações, a bebida é definida apenas como aguardente de cana, de acordo com a classificação apresentada na Figura 1 (MAPA, 2019).

PARÂMETRO DENOMINAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO	
	AGUARDENTE DE CANA	CACHAÇA
GRADUAÇÃO ALCOÓLICA	38 a 54% em vol	38 a 48% em vol
INGREDIENTE BÁSICO	<ul style="list-style-type: none"> • destilado alcoólico simples de cana-de-açúcar • mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar 	<ul style="list-style-type: none"> • mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar
ADIÇÃO DE AÇÚCARES	≤ 6g/L de açúcar	≤ 6g/L de açúcar

Figura 1 - Parâmetros para a classificação da aguardente de cana e da cachaça

Fonte: MAPA (2019)

Além de ser uma paixão nacional, muito apreciada e reconhecida no Brasil, a cachaça também obteve, nos últimos anos, um aumento em sua popularidade no mercado internacional, onde vem ganhando força e espaço com grandes exportadores brasileiros, estando presente em países como Paraguai, Alemanha, Estados Unidos, França, Portugal, entre outros. Em 2020, devido à pandemia causada pela Covid-19, o total de receita gerada com a venda da bebida no exterior girou entorno de US\$ 9,5 bilhões, conforme apresentado na Figura 2. Já em 2021, houve um crescimento de aproximadamente 38%, sendo que o total de receita gerada foi de US\$ 13,17 milhões, como mostra a Figura 3 (IBRAC, 2021).

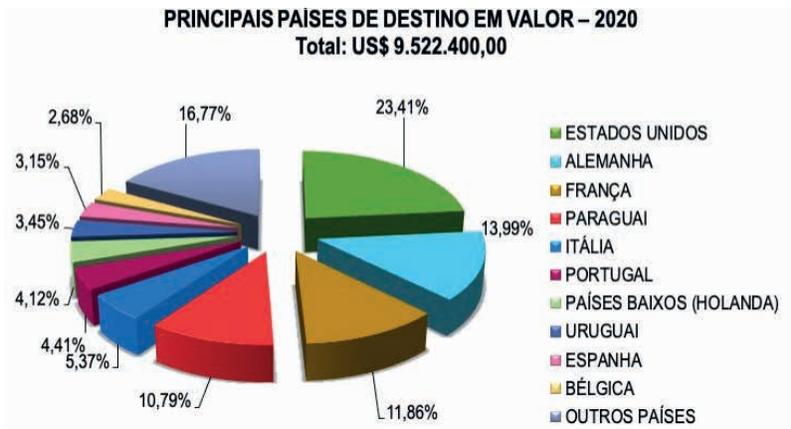


Figura 2 - Valor total obtido com a exportação da cachaça brasileira no ano de 2020 e a distribuição percentual em valor entre os principais países de destino

Fonte: IBRAC (2021)

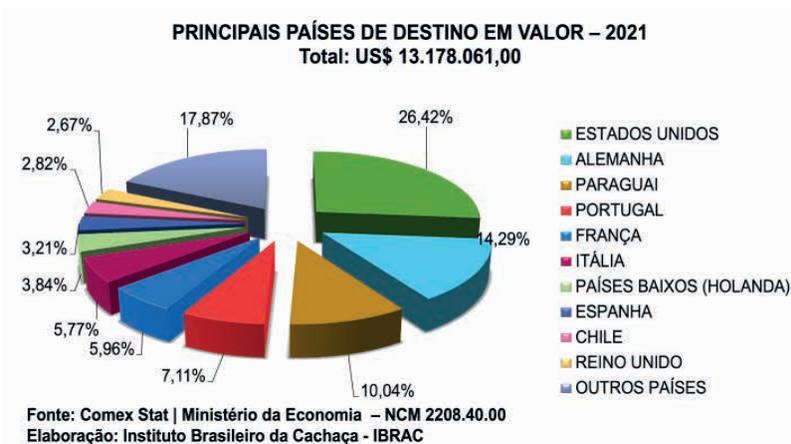


Figura 3 - Valor total obtido com a exportação da cachaça brasileira no ano de 2021 e a distribuição percentual em valor entre os principais países de destino

Fonte: IBRAC (2021)

O consumo médio de cachaça por brasileiro é em torno de 6 litros por ano, e a produção da bebida alcança 1,6 bilhões de litros anualmente, dos quais 90% é produzido industrialmente e 10% artesanalmente (LIMA, 2006).

Segundo o Instituto Brasileiro de Cachaça – IBRAC (2021), a produção de cachaça compreende 87,0% da produção brasileira de bebidas alcoólicas destiladas. Há cerca de 40 mil produtores da bebida no Brasil, sendo que apenas 955 estão registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), como mostrado na Figura 4. Existem quase 5 mil marcas de cachaça registradas no Brasil, como mostra a Figura 5, e têm sido investidos mais de 16 milhões de reais anualmente na produção de cachaça,

o que corresponde a um percentual anual de crescimento de 4,0% a 5,0% no Brasil e de 8,0% no exterior (MAPA, 2021).

Mas, apenas 1,0% do total da cachaça produzida no Brasil, aproximadamente 9,8 milhões de litros por ano, é exportado (SOUZA, 2015). Isso pode estar diretamente ligado à contaminação da cachaça por cobre, já que a legislação brasileira tolera até 5 mg/L de cobre em aguardente de cana, indo na contramão das normas estrangeiras que têm uma tolerância menor, em torno de apenas 2 mg/L de cobre (SILVA; PORTELA; ARAÚJO, 2007).

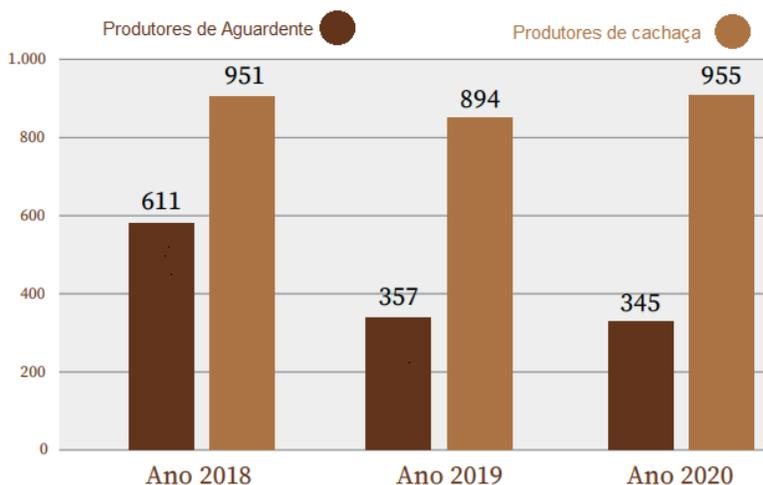


Figura 4 - Produtores de Aguardente e Cachaça registrados no MAPA

Fonte: Adaptado de MAPA (2021)



Figura 5 - Marcas de Aguardente e Cachaça registradas no MAPA

Fonte: Adaptado de MAPA (2021)

1.2 Produção de cachaça

Após séculos de aperfeiçoamento, o processo de produção de cachaça pode ser dividido em cinco etapas: colheita, moagem, fermentação, destilação e envelhecimento, que estão representadas no fluxograma apresentado na Figura 6.

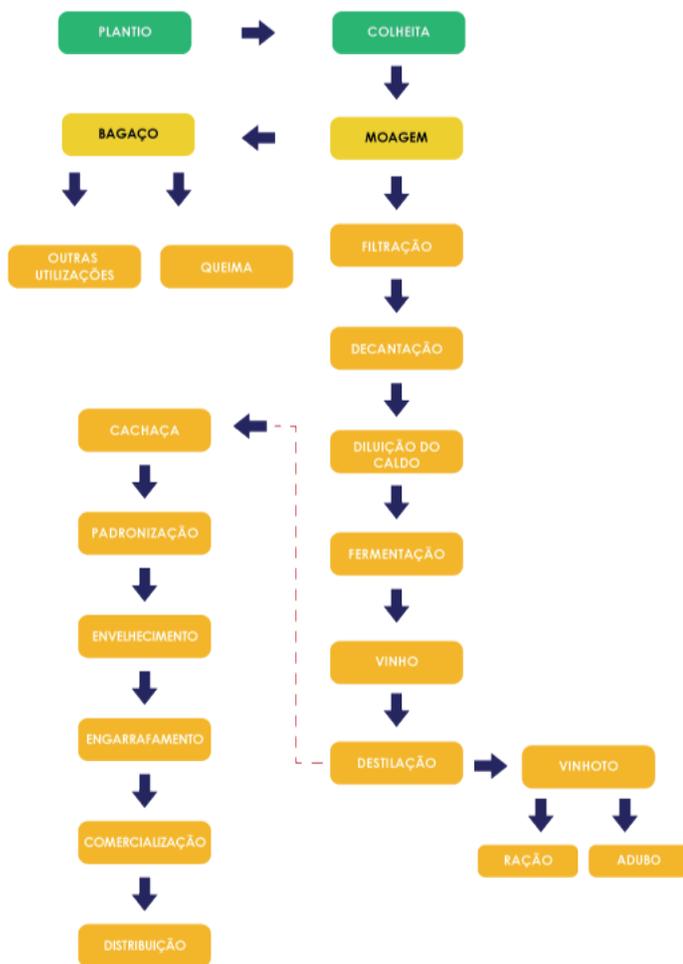


Figura 6 - Fluxograma da produção da cachaça

Fonte: Adaptado de AGEITEC (2016)

A colheita da cana é a primeira etapa da fabricação da cachaça, sendo feita no período correto, com o manuseio adequado, no intuito de que chegue fresca, madura e limpa para ser esmagada. Contudo, a moagem da cana precisa ser realizada dentro de 24 horas após sua colheita, para que não ocorra o aparecimento de microrganismos e o teor

de açúcar não seja reduzido (FEITOSA, 2005).

Para extrair o caldo da cana, conhecido como garapa, é necessário passar a cana pela moenda, que se trata de uma máquina composta por cilindros giratórios que servem para espremer a cana, extraindo seu caldo. O bagaço é espremido várias vezes para extrair o máximo de garapa possível. Visando uma melhor qualidade do caldo é recomendada a lavagem e assepsia da cana e dos equipamentos a fim de diminuir os riscos de contaminações por microrganismos que aumentam a acidez no produto final (OLIVEIRA, 2010).

O caldo que é extraído na moenda carrega várias impurezas que são retiradas na filtração, como grandes partículas de bagaço. Também é realizada a decantação, que é responsável por remover partículas mais densas. Desta forma, este processo auxilia na melhora da qualidade do caldo para a próxima etapa, a fermentação (OLIVEIRA, 2010).

A fermentação do caldo ocorre em dornas, onde se adicionam leveduras selecionadas que transformam o açúcar presente no caldo em álcool. O produto resultante deste processo é nomeado de vinho e possui até 12% de álcool (LACERDA, 2003). Para que ocorra uma fermentação ideal, o caldo precisa apresentar concentração de açúcares que devem estar em torno de 15 °Brix. Concentrações maiores, resultam em fermentações incompletas e lentas, diminuindo a multiplicação do fermento. Já concentrações menores de açúcar auxiliam na fermentação tornando-a mais rápida (OLIVEIRA, 2010).

O vinho é composto por água, etanol e diversos compostos secundários. Tais compostos são responsáveis pelas características e pela qualidade da bebida. Como o teor alcoólico da cachaça, de acordo com o Decreto nº 6.871/2009, deve estar entre 38% e 48%, e a fermentação não permite atingir níveis altos de teor alcoólico, é realizada uma etapa de destilação (OLIVEIRA, 2010). A destilação consiste em ferver o vinho até atingir uma temperatura em torno de 78,3 °C, evaporando o álcool que, posteriormente, é resfriado e condensado, aumentando o teor alcoólico da bebida (LACERDA, 2003).

Durante o processo de destilação, há a separação da cachaça em três partes nomeadas de cabeça, coração e cauda, conforme mostrado na figura 7. A cabeça e a cauda, que representam juntas 20% do destilado, não possuem níveis de qualidade adequados para o consumo sofrendo, então, uma nova destilação e sendo transformadas em etanol. Já o coração, que corresponde a 80% do destilado, possui o melhor nível de qualidade e continua no processo passando por envelhecimento em barris de madeiras selecionadas com a intensão de melhorar o sabor e odor da bebida. Passado o tempo de envelhecimento, a bebida é engarrafada e comercializada (FREIRE *et al.*, 2016).



Figura 7 - Tipos de cachaça (frações do destilado), envelhecimento e envase.

Fonte: Adaptado de SANTOS *et al.* (2016)

1.3 Produção industrial x produção artesanal

O processo de produção de cachaça pode ser industrial ou artesanal compreendendo, em ambos os casos, as mesmas etapas de produção, que se diferenciam apenas pela forma como ocorre a destilação do vinho. No caso da produção industrial, utilizam-se colunas de destilação de aço inoxidável também conhecidas como destiladores contínuos. Como a produção industrial ocorre em grande escala, havendo maior padronização e controle, as características sensoriais da cachaça industrializada são inferiores as da cachaça artesanal (SEBRAE, 2019).

Já a produção artesanal da cachaça é realizada em alambiques de cobre, em uma escala reduzida, raramente ultrapassando 100.000 litros por ano. E diferentemente da produção industrial, que ocorre de forma contínua, a artesanal é realizada por bateladas (SEBRAE, 2019). O cobre, material de que é feito o alambique usado na produção artesanal da cachaça, contribui para a redução da acidez e dos níveis de aldeídos e compostos sulfurosos que conferem à cachaça sabores e odores marcantes que prejudicam o produto final (SILVA; PORTELA; ARAÚJO, 2007). No entanto, durante o processo de destilação da bebida, pode ocorrer a formação de carbonato de cobre $[CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2]$ na superfície do metal, conhecido como azinhavre. Esta substância é solubilizada pelos vapores ácidos

produzidos durante a destilação e, por arraste, acaba por contaminar a cachaça com íons de cobre (NASCIMENTO, 1998).

1.4 Efeitos da ingestão de cobre na saúde

Assim como outros metais, o cobre é fundamental para o bom funcionamento do corpo humano, sendo empregado pelo organismo na produção dos glóbulos vermelhos do sangue e de colágeno na pele. Ele também contribui para a saúde dos ossos, além de auxiliar na ativação do sistema imunológico. Este metal faz o papel tanto de cofator como de componente de uma série de importantes enzimas (cuproenzimas) que são fundamentais para as células. Ele também desempenha o papel de intermediador nas reações de oxirredução, onde ocorre a transferência de elétrons entre átomos. O cobre, compõe as enzimas que fazem parte do metabolismo aeróbio, responsável pela utilização do oxigênio como combustível para o fornecimento de energia às células. Neste contexto, duas cuproenzimas (das quais o cobre faz parte) tem papel fundamental: citocromo-c-oxidase e superóxido-dismutase (CATARINENSE PHARMA, 2019).

Recomenda-se uma alimentação que seja baseada no consumo de 2 a 5 mg de cobre por dia (SARGENTELLI; MAURO; MASSABNI, 1995). Porém, o excesso deste mineral no organismo pode ocasionar problemas de saúde. O consumo excessivo desse metal é raro, podendo ser feito através de alimentos ácidos ou bebidas acondicionadas em recipientes, canos ou válvulas de cobre por muito tempo (JOHNSON, 2021). Devido a sua afinidade com grupos S-H de muitas proteínas e enzimas, o cobre acaba por ser tóxico, estando relacionado com diversas doenças como epilepsia, melanomas, artrite reumatoide e doenças neurodegenerativas, como a doenças de Menkes, de Wilson, aceruloplasminemia, esclerose e Alzheimer.

O grande consumo deste metal ocasiona diversos problemas no organismo, como danificar os rins, diminuindo a produção de urina, e pode até causar anemia, já que provoca a ruptura dos glóbulos vermelhos (anemia hemolítica), o que pode levar à morte (JOHNSON, 2021).

1.5 Volumetria

A volumetria é uma técnica analítica quantitativa clássica largamente utilizada para a determinação da concentração de soluções de ácidos, bases, íons metálicos, oxidantes, redutores, entre outros. A análise volumétrica é efetuada pela determinação do volume de uma solução, cuja concentração é exatamente conhecida, que reage quantitativamente com um volume conhecido da solução que contém a substância a ser determina (BACCAN *et al.*, 1979).

É denominada solução padrão aquela cuja sua concentração é conhecida de forma exata, também chamada de titulante. O analito, substância cuja concentração será determinada, é denominada titulado. O objetivo da volumetria é atingir o ponto

estequiométrico, também conhecido como ponto de equivalência, pois é neste ponto que as quantidades de solução padrão e analito são estequiometricamente equivalentes (VASCONCELOS, 2019).

A análise volumétrica é classificada de acordo com a reação que ocorre entre o titulante e o titulado, como volumetria de neutralização ou volumetria ácido-base, volumetria de oxidação-redução, volumetria de complexação e volumetria de precipitação. O método utilizado neste trabalho para quantificar cobre nas amostras de cachaça artesanal foi a volumetria de oxidação-redução, no qual o processo de oxidação envolve uma substância perdendo elétrons (agente redutor) para outra (agente oxidante) ou um processo de redução onde uma substância ganha elétrons (agente oxidante) de outra (agente redutor). Em qualquer um dos casos o número de elétrons perdidos pela substância que sofre oxidação é sempre igual ao número de elétrons ganhos pela substância que sofre a redução, de modo a manter o equilíbrio isoeletrônico do meio reacional (BACCAN *et al.*, 1979).

2 | OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo determinar o teor de cobre em amostras de cachaça produzidas artesanalmente na região de Itapira-SP. Para isso, foi usado um método volumétrico de oxidação-redução, baseado na metodologia de determinação de teor de cobre por volumetria de Silva, Bastos e Costa (2021), para verificar se o teor de cobre nas amostras de cachaça artesanal se encontra dentro do limite de 5 mg/L estabelecido pelo MAPA.

3 | MATERIAL E MÉTODO

O método utilizado na análise das amostras de cachaça, foi baseado na metodologia de determinação de teor de cobre por volumetria de Silva, Bastos e Costa (2021).

3.1 Amostragem

Foram coletadas amostras de cachaça comercializadas na cidade de Itapira-SP e região. De acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2008), para análises de metais não é recomendável utilizar vidro para armazenar as amostras, pois este adsorve os metais em suas paredes, sendo mais adequado se utilizar recipientes de polietileno. Portanto, foram coletadas amostras de cachaça produzidas artesanalmente por 3 produtores diferentes e que foram acondicionadas em frascos de polipropileno. Uma amostra da cachaça produzida pelo produtor 1 foi acondicionada em um frasco de vidro, para permitir avaliar a interferência deste material no teor de cobre da amostra. Para fins comparativos, foi coletada uma amostra de cachaça produzida industrialmente. Na Tabela 1 é apresentada a relação de amostras de cachaça que foram coletadas para serem submetidas às análises

de determinação do teor de cobre.

Amostras	Características
A	Cachaça do produtor 1 armazenada em polietileno
B	Cachaça do produtor 2 armazenada em polietileno
C	Cachaça do produtor 3 armazenada em polietileno
D	Cachaça do produtor 1 armazenada em garrafa de vidro
E	Cachaça industrial

Tabela 1 - Amostras de cachaça

Fonte: Autoria própria (2022)

3.2 Materiais e reagentes

Para a realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais, reagentes e equipamentos: ácido clorídrico concentrado, álcool etílico 40,0% (v/v), indicador amido em suspensão de 1,0% (m/v), iodeto de potássio, solução de sulfato de cobre penta-hidratado 19,6 g/L, solução de tiosulfato de sódio 0,01 mol/L, vidrarias e materiais volumétricos.

3.3 Método

As amostras de cachaça foram fortificadas com uma solução padrão de cobre antes de serem submetidas à análise volumétrica.

Para determinar o teor de cobre no padrão utilizado para a fortificação das amostras de cachaça, pesou-se, em um Erlenmeyer de 250 mL, 1,0 g de iodeto de potássio e adicionou-se, sequencialmente, 0,5 mL de ácido clorídrico concentrado, 1,0 mL da solução de sulfato de cobre penta-hidratado 19,6 g/L e 100 mL de álcool etílico 40%. Foi realizada a titulação desta mistura com uma solução de tiosulfato de sódio 0,01 mol/L, previamente padronizada, até que a mistura adquirisse uma coloração amarelo-pálido. Em seguida, adicionou-se 3,0 mL da solução indicadora de amido em suspensão de 1,0% e a titulação foi continuada até a viragem da cor para incolor. O teor de cobre na solução padrão foi calculada pela equação I.

$$\text{Teor de cobre no padrão} \left(\frac{\text{mg Cu}^{2+}}{\text{L}} \right) = \frac{Vg \cdot M \cdot 63,5 \cdot 1000}{Va} \quad (\text{I})$$

Onde:

Vg = volume gasto na titulação (L);

63,5 = massa molar do cobre (g.mol⁻¹);

1000 = fator de conversão mássico;

M = concentração real do tiosulfato de sódio (mol L⁻¹);

Va = volume de padrão (L).

Para a análise das amostras de aguardente, pesou-se em um erlenmeyer de 250 mL, 1,0 g de iodeto de potássio e adicionou-se, sequencialmente, 0,5 mL de ácido clorídrico concentrado, 1,0 mL da solução de sulfato de cobre penta-hidratado 19,6 g/L e 100 mL da amostra de cachaça. Realizou-se a titulação da mistura com a solução de tiosulfato de sódio 0,01 mol/L, previamente padronizada, até que a mistura adquirisse uma coloração amarelo-pálido. Em seguida, adicionou-se 3,0 mL da solução indicadora de amido em suspensão de 1,0% e a titulação foi continuada até a viragem da cor para incolor. O teor de cobre na amostra foi calculado pela equação II.

$$\text{Teor de cobre na amostra} \left(\frac{\text{mg Cu}^{2+}}{\text{L}} \right) = \frac{((Vg \cdot M \cdot 63,5 \cdot 1000) - T \cdot Vf)}{Va} \quad (\text{II})$$

Onde:

Vg = volume gasto na titulação (L);

63,5 = massa molar do cobre (g.mol⁻¹);

M = concentração real do tiosulfato de sódio (mol L⁻¹);

1000 = fator de conversão de g para mg;

T = concentração média determinada para o padrão de cobre (mg L⁻¹);

Vf = volume do padrão de cobre utilizado na fortificação (L);

Va = volume de amostra de cachaça (em L).

Tanto a análise do padrão de cobre, quanto das amostras de cachaça foram realizadas em duplicata.

4 I RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com a análise volumétrica para as amostras de cachaça são apresentados na Tabela 2, assim como o limite para o teor de cobre estabelecido pelo MAPA, para fins comparativos.

Amostra	Teor médio de Cu ²⁺ (mg/L)	Desvio (mg/L)
A	3,7	0
B	1,1	± 0,4
C	9,5	± 0,7
D	0,7	0
E	0,4	± 0,1
Padrão	7931,0	± 220,3
Limite MAPA	5,0	---

Tabela 2 - Teor de cobre determinado nas amostras de cachaça por análise volumétrica

Fonte: Autoria própria (2022)

Os resultados mostrados na Tabela 2 permitem observar que nas amostras de

cachaça artesanal A e B foram encontrados teores de cobre que estão abaixo do limite determinado pela legislação brasileira. Já a amostra de cachaça C apresentou uma concentração de cobre 4,5 mg/L acima do limite estabelecido pelo MAPA. Mas ao comparar os teores de cobre determinados nas amostras A e D, que pertencem ao mesmo produtor, mas foram armazenadas em frascos de polietileno e vidro, respectivamente, é possível observar que realmente ocorre a adsorção de metais no vidro, como apontado pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Pois, apesar de se tratar da mesma cachaça, a amostra D, que foi armazenada no frasco de vidro, apresentou uma concentração de cobre 2,94 mg/L abaixo da concentração de cobre determinada para a amostra A.

A pequena quantidade de cobre encontrada na amostra de cachaça produzida industrialmente (E) pode estar relacionada ao cobre presente na água destilada usada no preparo das amostras para a análise, sendo que esta não foi quantificada e, portanto, seu valor não foi subtraído da concentração final encontrada.

Os resultados obtidos para o teor de cobre nas amostras de cachaça artesanais, apontam para a falta da aplicação das boas práticas de fabricação, pois com uma higienização adequada é possível reduzir a formação do azinhavre. Para isso, é recomendado que a primeira destilação seja efetuada com água e suco de limão para que se remova o carbonato básico de cobre formado nas paredes do alambique e, a fim de evitar oxidação do material, o alambique e as serpentinas devem ser preenchidos com água durante as paradas de produção (FRANÇA; SÁ; FIORINI, 2011).

5 | CONCLUSÃO

Através do método volumétrico utilizado foi possível determinar teores de cobre nas amostras de cachaça em um intervalo de 0,4 mg/L a 9,5 mg/L. Apenas uma das amostras analisadas apresentou quase o dobro de teor de cobre permitido pelo MAPA, o que demonstra a falta de higienização dos alambiques e a aplicação de boas práticas de fabricação. As demais amostras de cachaça analisadas apresentaram teores de cobre abaixo do limite estabelecido pelo MAPA. Notou-se que o uso de vidro para armazenamento de cachaças pode ser apropriado em função da ocorrência de adsorção do cobre pelo material da embalagem, como observado nos resultados obtidos, já que uma mesma amostra armazenada em polietileno apresentou um teor de cobre de 3,7 mg/L, enquanto que quando armazenada em vidro, o teor determinado foi de 0,7 mg/L.

REFERÊNCIAS

BACCAN, N. *et al.* **Química analítica quantitativa elementar**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda, 1979. 245 p.

CATARINENSE PHARMA. **Mineral cobre**. Vitaminas e minerais, 2019. Disponível em: <https://catarinensepharma.com.br/blog/mineral-cobre/>. Acesso em: 10 set. 2022.

- FEITOSA, Patrícia Cristina Leite. **A cachaça como identidade cultural**. 2005. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Turismo, Cultura e Lazer, Universidade de Brasília, Brasília - DF, 2005 p. 7-12; 15-23
- FRANÇA, N.; SÁ, O. R. de; FIORINI, J. E. **Avaliação da qualidade da cachaça artesanal produzidas no município de Passos (MG)**. 2011. Disponível em: <https://revista.uemg.br/index.php/praxys/article/view/2206/1190>. Acesso em: 15 out. 2022.
- FREIRE, T. S. S. *et al.* **PROCESSO PRODUTIVO EM UMA CACHAÇARIA ORGÂNICA**. In: 5º FÓRUM INTERNACIONAL ECOINNOVAR 1ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO, 5., 2016, Santa Maria, Rs. Disponível em: <http://ecoinovar.com.br/cd2016/arquivos/artigos/ECO1370.pdf>. Acesso em: 5 out. 2022
- IBRAC, Instituto Brasileiro da Cachaça. **Mercado Externo**. IBRAC, 2021. Disponível em: <https://ibrac.net/servicos/mercado-externo>. Acesso em: 10 out. 2022.
- JOHNSON, L. E. **Excesso de cobre**. 2021. Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt-br/casa/dist%C3%BArbios-nutricionais/minerais/excesso-de-cobre>. Acesso em: 08 out. 2022.
- LACERDA, M. **Como é feita a cachaça?** 2003. Disponível em: <https://super.abril.com.br/historia/como-e-feita-a-cachaca/>. Acesso em: 12 set. 2022.
- LIMA, A. J. B. *et al.* **Emprego do carvão ativado para remoção de cobre em cachaça**. 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/SrcFR7jNxnQpxLtqD7LMssp/?lang=pt>. Acesso em: 16 out. 2022.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **A cachaça no Brasil: dados de registro de cachaças e aguardentes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/AECE, 2019. p. 7;14.
- MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **A cachaça no Brasil: dados de registro de cachaças e aguardentes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/AECE, 2021. p. 11-12
- NASCIMENTO, R. F. *et al.* **Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar**. 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/8Zgcc6dq9QS9bKJpb9PXMmn/?lang=pt>. Acesso em: 5 out. 2022.
- OLIVEIRA, Ana Márcia Lara de. **O PROCESSO DE PRODUÇÃO DA CACHAÇA ARTESANAL E SUA IMPORTÂNCIA COMERCIAL**. 2010. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação em Microbiologia do Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. p. 5-6;10-20.
- SARGENTELLI, V.; MAURO, A. E.; MASSABNI, A. C. **ASPECTOS DO METABOLISMO DO COBRE NO HOMEM**. Araraquara: Química Nova, 12 dez. 1995. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol19No3_290_v19_n3_11.pdf. Acesso em: 22 out. 2022.
- SANTOS, T. *et al.* **Processo produtivo em uma cachaçaria orgânica**. 2016. Disponível em: <http://ecoinovar.com.br/cd2016/arquivos/artigos/ECO1370.pdf>. Acesso em: 05 set. 2022.
- SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Goiás, **A cachaça de alambique: um estudo sobre hábitos de consumo em Goiânia**. Goiânia, 2019. p. 8-9

SILVA, F. Z.; BASTOS, I. C.; COSTA, P. R. **Aplicação de metodologia clássica para determinação de cobre em cachaça artesanal**. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/XqtYPg9fBgrNSKTpFS3QZhy/?lang=pt>. Acesso em: 20 set. 2022.

SILVA, L.M.F.; PORTELA, A.L.O.; ARAÚJO, A.D.A. **DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COBRE EM AMOSTRAS DE CACHAÇAS COMERCIALIZADAS NA REGIÃO NORTE DO CEARÁ**. 2007. Disponível em: <http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/4/4-627-696.htm>. Acesso em: 27 out. 2022.

SOUZA, João Carlos de. **Determinação íons cobre(II) em aguardente de cana-de-açúcar utilizando a combinação spot test - espectroscopia de reflectância difusa**. 2015. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Química, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2015. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/142988/000849809.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 out. 2022.

VASCONCELOS, N. M. S. **Fundamentos de Química Analítica Quantitativa**. 2. ed. Fortaleza: Editora da Universidade Estadual do Ceará – Eduece, 2019. 194 p.

ANTIOXIDANT CAPACITY AND CYTOPROTECTIVE/CYTOTOXIC EFFECT OF BOVINE PLASMA HYDROLYSATES ON INTESTINAL-LIKE CACO-2 CELLS

Data de submissão: 21/02/2023

Data de aceite: 03/04/2023

José Edgar Zapata Montoya

University of Antioquia, Food Department
Medellín, Antioquia.
<https://orcid.org/0000-0003-2733-1515>

Leidy Johanna Gómez Sampedro

National Open and Distance University,
School of Basic Sciences, Technology and
Engineering
Medellín, Antioquia.
<https://orcid.org/0000-0001-9078-7051>

Antonio Cillas

University of Valencia, Nutrition and Food
Science Area, Faculty of Pharmacy
Burjassot, Valencia
<https://orcid.org/0000-0001-6532-9032>

Amparo Alegría Torán

University of Valencia, Nutrition and Food
Science Area, Faculty of Pharmacy
Burjassot, Valencia
<https://orcid.org/0000-0002-0274-8958>

Natalia Andrea Gómez Grimaldos

Medellín, Antioquia.
<https://orcid.org/0000-0003-0232-4271>

Gabriel López Garcia

University of Valencia, Nutrition and Food
Science Area, Faculty of Pharmacy
Burjassot, Valencia
<https://orcid.org/0000-0002-6608-912X>

ABSTRACT: Enzymatic hydrolysates of food by-products have gained significant importance in recent years as a viable strategy for the use and valorization of these. This study evaluates the antioxidant capacity of bovine plasma hydrolysates (BPH) and their ultrafiltrate fractions using chemical assays (ABTS⁺, ORAC, FRAP, CBA) and their protective effect in differentiated Caco-2 cells stressed with H₂O₂ (5 mM/2h). The highest antioxidant capacity was obtained with a degree of hydrolysis of 19.1% (BPH-19) and its 1-3 kDa fraction (FBPH-3). Pre-treatment 24 h with BPH-19 and FBPH-3 at 0.01-0.25 mg/mL alone without oxidative stress did not exert a cytotoxic effect and prevented a decrease in cell viability versus pre-treated with H₂O₂. Pre-treatment with BPH-19 after adding H₂O₂, showed a decreased intracellular ROS accumulation (15%), increase in the glutathione levels (19.5%), and a distribution in the cell cycle close to that of control levels. These results suggest that BPH-19 have antioxidant properties and a cytoprotective effect with potential action against ROS-mediated intestinal injuries.

KEYWORDS: Enzymatic hydrolysis, Bioactive peptides, Reactive oxygen species, Apoptosis, Necrosis.

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y EFECTO CITOPROTECTOR/CITOTOXICO DE HIDROLIZADOS DE PLASMA DE BOVINO SOBRE CÉLULAS INTESTINALES TIPO CACO-2

RESUMEN: La hidrólisis enzimática de subproductos alimentarios ha ganado importancia en los últimos años, como estrategia viable para la revaloración de estos sustratos. Este estudio evalúa la capacidad antioxidante de hidrolizados de plasma de bovino (HPB) y de sus fracciones usando ensayos químicos (ABTS⁺, ORAC, FRAP, CBA) y su efecto protector contra la producción de especies reactivas de oxígeno en células diferenciadas Caco-2 estresadas peroxide de hidrógeno (H₂O₂, 5 mM/2h). La mayor capacidad antioxidante se obtuvo con grado de hidrólisis de 19.1% (HPB-19) y su fracción de 1-3 kDa (FBPH-3). Un pretratamiento por 24 h con HPB-19 y FBPH-3 a 0.01-0.25 mg/mL solo sin estrés oxidativo no presentó efecto citotóxico y previno el descenso en la viabilidad celular con respecto a las células tratadas con H₂O₂. El pretratamiento con HPB-19 después de la adición de H₂O₂, mostró un descenso intracelular de la acumulación de especies reactivas de oxígeno (15%), incremento en los niveles de glutatión (19.5%) y una distribución del ciclo celular similar a ensayo control. Estos resultados sugieren que HPB-19 tiene propiedades antioxidantes y efecto citoprotector con potencial de prevenir daño intestinal mediado por especies reactivas de oxígeno.

PALÁBRAS CLAVE: Hidrólisis enzimática, Péptidos bioactivos, Especies reactivas de oxígeno, Apoptosis, Necrosis.

1 | INTRODUCTION

Reactive oxygen species (ROS) are the product of cellular metabolic processes, they play a vital role in the body's biological signal transduction and homeostasis. An accumulation in ROS production, produce in cell damage or other possible pathologies such as cancer, leukemia, uremia, neurological or autoimmune diseases, sepsis, and rheumatoid arthritis, among others (Carocho and Ferreira 2013). ROS are normally neutralized by antioxidants, and intracellular glutathione (GSH) is one of the most effective defense systems that the body has against ROS (Gómez et al. 2019a). The relationship between reduced and oxidized glutathione (GSH:GSSG) is used both clinically and biologically as an emblematic marker of a cell's antioxidant capacity (AC) (Enns and Cowan 2017). An imbalance of the pro-oxidant/antioxidant relationship can cause oxidative stress, which is a clinical condition that is associated with a decrease in GSH and, therefore, a reduced cellular redox potential (Mischley et al. 2016). The production of ROS in high concentrations in the redox potential of the cells can be reflected in the deregulation of the cell cycle (Foyer et al. 2018), alterations in cellular metabolism and cell death by necrotic or apoptosis pathways (Gomez et al. 2019). This process can be off-set by the effects of antioxidants, which act through electron or hydrogen atom transfer to the free radicals, or by counteracting initiators, activators, or intermediate radicals in the reaction medium. This occurs because free radicals are singlet oxygen species and can be neutralized by means of the activation of metallic catalysts (Exner et al. 2000). In this vein, the intake of antioxidants could help

restore intracellular GSH levels, reduce oxidative damage and the subsequent appearance of diseases associated with this type of oxidative process (Devi et al. 2017).

Numerous studies have obtained protein hydrolysates with AC, which are considered nutritionally healthy, safe, and inexpensive (Chang et al. 2015). Both vegetable and animal-based biological protein sources have been used to obtain these types of hydrolysates. Proteins from by-products of the food industry have been considered feasible and sustainable sources to this end, due to the lower environmental impact they entail (Samaranayaka and Li-Chan 2011). No previous studies have evaluated the efficacy of antioxidant peptides from by-products of the bovine slaughter industry using cell cultures, which provide biologically more relevant results than chemical tests because they integrate processes such as the uptake, absorption, distribution, and cellular metabolism of the antioxidant compounds (Gómez-Grimaldos et al. 2020). However, there are studies on the AC of protein hydrolysates, such as the *in vitro* evaluation of the protective effects of Nile tilapia scales hydrolysates on DNA damage and reduction in the ROS level on RAW264.7 cells (Ngo et al. 2010). Likewise, other studies have observed that antioxidant peptides from hazelnut by-products can exhibit a cytoprotective effect in HUVECs cells through the prevention of ROS production (Liu et al. 2018). Finally, bone and skin of bream fish hydrolysates show AC and cytoprotective effects on the cytotoxicity produced by tert-butyl hydroperoxide (TBPH) on Caco-2 cells (Wiryaphan et al. 2015).

The applications of antioxidant substances are broad, from the chemical industry (Liu et al. 2020; Rani et al. 2017), the pharmaceutical and food industries, as well as in human health (Zhu et al. 2017). The hydrolysates are from a biological source, their main applications are preferably as preservatives at products for health and pharmaceuticals (medicines), in the cosmetic industry (preservatives) and in the food industry (functional compounds) (Gómez et al. 2019b; Wiryaphan et al. 2015).

Today it is necessary to take advantage of and revalue the waste from the food and agricultural industry, in order to generate new products with added value and potential applications in the pharmaceutical and food industry (Ramos et al. 2019). Proving that the products generated from biological industrial waste are not toxic to consumer health is also very important, and this can be achieved, for instance, with analysis carried out through *in vitro* tests on differentiated Caco-2 cells (Juan-García et al. 2021; Simitzis 2018). Bovine plasma is an industrial waste that is a high-quality and cost-effective source of proteins. This by-product accounts for 3% of the waste derived from the industry but is generally thrown away (FAO 2021), which makes it an ideal raw material for obtaining value-added compounds. This commitment has been framed in the Sustainable Development Goals (SDG), specifically in target 12.3, which aims to reduce losses and waste in food production chains by 2030 (Leal et al. 2018).

Enzymatic hydrolysates of food by-products have gained significant importance in recent years as a viable strategy for the use and valorization of these since it can generate

added value products considered nutritionally healthy, low cost, and safe (Gómez and Zapata 2016). This strategy allows us to revalue bovine plasma hydrolysates (BPH) and their fractions. This study aims to obtain bovine plasma hydrolysates with cytoprotective activity against H₂O₂ oxidant injury induced in differentiated Caco-2 cells.

2 | MATERIALS AND METHODS

2.1 Samples and Reagents

Bovine plasma was acquired from a commercial supplier Colombia and was stored at -20 °C until hydrolysis. Propidium iodide (PI), 2',7'-dichlorofluorescein diacetate (DCFDA), fluorescein sodium salt, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-carboxylic acid (Trolox), 2,2'-Azino-bis 3-ethylbenzenothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS), 2,4,6-tri(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ), 2,2'-azobis(2-metilpropionamidine dichlorhydrate (AAPH), Crocin and 3-4,5-dimethylthiazol-2-yl-2,5-diphenylthiazolium bromide (MTT) were obtained from Sigma-Aldrich (Ontario, Canada). Annexin V apoptosis detection kit was acquired from eBioscience (San Diego, CA, USA). 5-chloromethylfluorescein diacetate (CMFDA) was purchased from Abcam (Massachusetts, USA). Dulbecco's Modified Eagle Medium (DMEM+GlutaMAX™), antibiotic solution, HEPES, fetal bovine serum (FBS) and trypsin-EDTA solution were purchased from Gibco (Scotland, UK), 3,3'-dihexyloxacarbocyanine iodide (DiOC₆) was from Molecular Probes (Eugene, OR, USA). Alcalase 2.4 L was purchased from Novo Nordisk Co. (Bagsvaerd, Denmark).

2.2 Enzymatic hydrolysis

A stirred bioreactor of 7.5 L New Brunswick Scientific BIOFLO® & CEL-LIGEN 310 (Edinson, NJ, USA, G628-011) was used to perform the enzymatic hydrolysis with Alcalase 2.4L (enzyme/substrate ratio of 0.89 AU/g protein), using a protein concentration of 42 g/L. For the analysis, six aliquots with different DH (0; 3.8; 6.7; 10.8; 15.3 and 19.1%) were taken during the reaction to determine the sample antioxidant capacity. The enzyme in each aliquot was inactivated by heating at 85 °C for 600 s.

2.3 Fractionation of BPH by ultrafiltration

The hydrolyzate with a DH of 19.1% (BPH-19) which presented highest antioxidant activity than other samples were diluted, fractionated and filtered through ultrafiltration membranes with molecular weight cut-off 100, 10, 3 and 1 kDa, according to Gomez-Grimaldos et al. (2020). Fractions were labeled as follows: FBPH>100, the 100 kDa membrane retentate; FBPH-100, the 10 kDa membrane retentate of the 100 kDa permeate; FBPH-10, the 3 kDa membrane retentate of the 10 kDa permeate; FBPH-3, the 1 kDa membrane retentate of the 3 kDa permeate; and FBPH<1, the 1 kDa membrane permeate. The fractions obtained were lyophilized.

2.4 Antioxidant parameters

2.4.1 ABTS⁺

Following the methodology described by Gómez and Zapata (2016), ABTS⁺ radical was mixed with sample or standard. After 60 min, the absorbance was measured at 730 nm in a spectrophotometer (GENESYS 10S, Thermo Scientific™). The Trolox was used as standard (0–250 μM) to report the results as micromoles of Trolox equivalents per gram of protein (μmol TE/g of protein).

2.4.2 Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC)

The assay was evaluated by monitoring changes in fluorescent signal from a probe (FL) (Gómez and Zapata 2016). AAPH solution was added to FL – samples/Trolox, which had been incubated at 37 °C for 30 min. Fluorescence intensity was measured for 120 min ($\lambda_{exc}=485$ nm and $\lambda_{em}=520$ nm). The results were registered as μmol TE/g of protein using a Trolox calibration curve (0–200 μM).

2.4.3 Crocin bleaching assay (CBA) assay

Solutions of AAPH (18.5 mM) and Crocin (100 μM) were prepared in PBS (0.01 M, 0.12 M NaCl, pH 7.4). The reaction began with the addition of 400 μL AAPH to a mixture of the 200 μL sample (1 mg/mL) plus Crocin (400 μL), according to the methodology described by Ordoudi and Tsimidou (2006). The absorbance of the solution was measured at 442 nm after 30 s and 20 min. The crocin bleaching inhibition percentage (%Inh) was calculated as:

$$\%Inh = [(\Delta A_b - \Delta A) / \Delta A_b] \times 100 \quad (1)$$

Where, ΔA and ΔA_b represent the variation in absorbance values after 20 min of reaction, with and without the sample, respectively.

2.4.4 FRAP assay

The FRAP assay was evaluated according to Bedoya-Ramírez et al. (2017) with FRAP reagent warmed at 37 °C. 30 μL of a sample (or Trolox standard), 90 μL of water, and 900 μL of FRAP were mixed, and the solution was left for 60 min at 37 °C. Subsequently, the absorbance was measured at 595 nm. The results were registered as μmol TE/g of protein using a Trolox calibration curve (0–500 μM).

2.5 Cytotoxic/cytoprotective assays

2.5.1 Culture and treatment of Caco-2 cell

Human colon adenocarcinoma cells (Caco-2) from the American Type Culture

Collection (HTB-37, Rockville, MD, USA) were cultured in DMEM+ GlutaMAX™ supplemented glucose, no-essential amino acids, HEPES, antibiotic solution and FBS. The cells were incubated at 37 °C with 5% of CO₂ and the medium was replaced every two days, as previously described by López-García, et al (2017). Caco-2 cells were seeded onto 24-well plates (Costar Corp., USA) at a cell density of 5 x 10⁴ cells/cm² with 1 mL of DMEM. Caco-2 cells were used between passages 6–24 and cell differentiation was reached 7 days post-seeding and remained constant until 12 days confirmed by measuring the transepithelial electrical resistance (722 ± 88.7 Ω cm⁻²). After 7 days post-seeding, the culture medium was aspirated, and cell cultures were preincubated for 24 h with samples or DMEM according to the analysis.

2.5.2 Cell viability

MTT assay was used to determine Cell viability (Cilla et al. 2015). Cells were incubated for 24 h with BPH-19 and FBPH-3 at different concentrations (0.01–0.5 mg/mL for BPH-19 and 0.01–0.25 mg/mL for FBPH-3). The reduction of the tetrazolium ring of MTT by viable cells was measured at 570 nm with a background subtraction of 690 nm in a thermostated UV-VIS spectrophotometer (Perkin Elmer). The concentration with the highest cytoprotective effect in the MTT assay was used for the other cytoprotection assays (0.25 mg/mL for BPH-19 and 0.1 mg/mL for FBPH-3).

2.5.3 Induction of oxidative stress

Oxidative stress was induced according to previous studies carried out in the Bionutest group of the University of Valencia (Cilla et al. 2018; García-Nebot et al. 2017). After pre-incubation for 24 hours with the samples or with DMEM (stress control), the cells were treated for 2 h with 5 mM H₂O₂ solution in the culture medium to induce oxidative stress. The cells only treated with DMEM and not exposed to stress were used as a control.

2.5.4 ROS

Changes in fluorescence caused by intracellular oxidation of DCFDA were used to monitor the ROS level, according to López-García et al. (2017). Cells were incubated for 24 h with BPH-19 and FBPH-3 (at the concentrations with the highest cytoprotection in the MTT test), then the culture medium was removed, and cells were incubated with DCFDA solution for 30 min at 37 °C. Later, the cells with and without oxidative stress treatment were analyzed via a flow cytometer at λ_{exc}=495 nm and λ_{em}=529 nm (FACSCanto, BD Biosciences). At least 1×10⁴ cells were analyzed for each sample.

2.5.5 Intracellular glutathione determination

Intracellular levels of glutathione (GSH) were measured by CMFDA According to

the methodology described by Álvarez-Sala et al. (2018). Cells were incubated with 1 μ M CMFDA for 40 min at 37 °C, and the fluorescent intensity was determined via flow cytometry at λ_{exc} =492 nm and λ_{em} =516 nm. Fluorescent intensities were analyzed in at least 1×10^4 events for each sample.

2.5.6 Cell cycle analysis

The cell cycle was analyzed by DNA content in the cells, as described by Cilla et al. (2018). The DNA was quantified by flow cytometry using PI staining. Fluorescent intensities were measured at λ_{exc} =351 nm and λ_{em} =617 nm in at least 1×10^4 events for each sample.

2.5.7 Determination of apoptosis/necrosis

Apoptosis or necrosis in cells was determined using staining with Annexin V and PI according to the protocol described by López-García et al. (2017). Cells were incubated with 5 μ L PI solution and 5 μ L Annexin V for 15 min. Later, fluorescent intensities were measured by flow cytometry at λ_{exc} =494 nm and λ_{em} =519 nm for Annexin V, and λ_{exc} =351 nm and λ_{em} =617 nm for PI. The two-dimensional gating method, an analysis of 1×10^4 events for each sample, was used to determine the percentage of viable cells (Annexin-/PI-), cells in the state of early apoptosis (Annexin+/PI-), late apoptosis (Annexin+/PI+), and necrosis (Annexin-/PI+).

2.5.8 Membrane potential evaluation

Changes in mitochondrial membrane potential were evaluated by flow cytometry staining, using the cationic lipophilic dye DiOC₆ (10 μ M) (λ_{exc} =485 nm and λ_{em} =499 nm) that accumulates in the mitochondrial matrix, according to the protocol described by Cilla et al. (2015). The cell suspension (100 μ L) was added to a new tube and incubated with 5 μ L DiOC₆ at room temperature in the dark for 15 min. Then, 400 μ L of PBS was added and cells were studied using flow cytometry and an analysis of 1×10^4 events for each sample were carried out.

2.6 Statistical analysis

All values were expressed in terms of mean \pm standard deviation of at least four separate experiments (n=4). Statistical differences among the means were identified by One-way analysis of variance (ANOVA), followed by Tukey's HSD test ($p < 0.05$). Correlations of the antioxidant activity values obtained with the different in-vitro methods were obtained with Pearson's correlation coefficient ($p < 0.05$). Statistical software Statgraphics® Centurion XV, Virginia, USA was used.

3 | RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Effect of DH on BPH antioxidant activity

The AC of the BPH samples was evaluated by means of four well-known in vitro methods: ORAC, FRAP, ABTS⁺ and CBA. In general, the higher the DH, the greater biological AC (Table 1), with a statistically significant relationship between them (R^2 : 0.87 and 0.95 with $p < 0.05$). The DH of 19.1% (BPH-19) show the highest antioxidant activity, with an increase in AC of between 4.8-4.9 times the biological activity, in the ORAC, FRAP, and ABTS⁺ tests. Moreover, with regard to the ability to inhibit crocin bleaching, the results showed that non hydrolyzed BP proteins show very low activity ($9.92 \pm 0.20\%$) but when raw material is hydrolyzed reaches an inhibition value of $78.75 \pm 0.09\%$ with a DH of 19.1%.

Previous studies have shown that AC is directly proportional to DH (De Castro and Sato 2015; Hamzeh et al. 2016). This behavior may be due to size and amino acid sequence changes compared to the native protein. On the other hand, side chains and terminal amino groups exposed by hydrolysis can more easily react with reactive species such as oxidant molecules (Phanturat et al. 2010; Tovar-Pérez et al. 2017). The chemical properties conferred by the peptide sequence with the ability to inhibit oxidative reactions also explain this phenomenon.

DH(%)	CBA (%)	FRAP ($\mu\text{mol ET/g}$)	ORAC ($\mu\text{mol ET/g}$)	ABTS ⁺ ($\mu\text{mol ET/g}$)
0.0	9.92 ± 0.20^a	85.6 ± 0.3^a	196.47 ± 0.28^a	293.31 ± 0.42^a
3.8	61.15 ± 0.03^b	229.7 ± 0.1^b	791.67 ± 0.52^b	1181.87 ± 0.78^b
6.7	72.27 ± 0.11^c	150.5 ± 0.1^c	892.38 ± 0.31^c	1332.22 ± 0.46^c
10.8	70.87 ± 0.17^d	282.8 ± 0.3^d	915.49 ± 0.28^d	1366.73 ± 0.41^d
15.3	69.46 ± 0.21^e	268.5 ± 0.1^e	955.12 ± 0.46^e	1425.88 ± 0.69^e
19.1	78.75 ± 0.09^f	411.3 ± 0.2^f	969.15 ± 3.91^f	1446.83 ± 0.12^f

Mean \pm standard deviation (n=4). ^{a-f} Different letters in the same column show statistically significant differences ($p < 0.05$).

Table 1. Antioxidant activity of bovine plasma hydrolysates with different degree of hydrolysis (DH)

The ORAC assay is based on transferring hydrogen atoms from the antioxidant to peroxy radicals. It is one of the most used for estimating the scavenging capacity of a biologically relevant radical (Jiménez-Morales et al. 2022). BPH showed ORAC capacity similar to other studies with plant-based substances (Giorgi et al. 2015; Intiquilla et al. 2016) and other animal-based hydrolysates (Shanura et al. 2020; Wachirattanapongmetee et al. 2019; Zhang et al. 2020). The highest ORAC value achieved was $969.15 \pm 3.91 \mu\text{mol TE/g}$ protein; this value is within the range of the ORAC capacity for foods reported in United States Agriculture Department (USDA) databases (Daneshzad et al. 2020). In the

CBA analysis, results showed that the AC of the BP is not significant enough to prevent the crocin bleaching, but that when the protein is hydrolyzed and reaches a DH of 19.1%, higher values are obtained than those reported in the literature for oil palm kernel protein hydrolysates (Chang et al. 2015), abalone viscera hydrolysate (Je et al. 2015), and tuna protein hydrolysates (Bougatef et al. 2012).

The results obtained for ORAC and CBA assays suggest that BPH can inhibit peroxy radical oxidation by transferring hydrogen atoms, which is of great relevance due to the importance of this type of radical on the lipid oxidative degradation mechanism (Jiménez-Morales et al. 2022).

3.2 Separation of antioxidant peptides from BPH

The result showed that a decrease in the molecular weight leads to an increase in the AC, and FBPH-3 was the fraction that showed the greatest AC (see Table 2). It is possible that the AC of peptides from BP are more active and stable when they have peptide bonds in their structure, rather than having single amino acid residues or dipeptides (Gómez-Grimaldos et al. 2020). These results are consistent with some studies which have obtained low molecular weight peptides with elevated AC (Gómez and Zapata 2016; Wiriaphan et al. 2015).

The FBPH-3 fraction has 10.8%, 67.8% and 29.3% more AC than BPH-19 at the CBA, FRAP and ABTS⁺ assays respectively, suggesting that this fraction can more easily donate hydrogen atoms or electrons to free radicals (Gómez and Zapata 2016). FBPH-3 shows a greater ability to reduce Fe³⁺-TPTZ ferrous compounds than hydrolysates obtained from other by-products (Villamil et al. 2017).

Fraction (kDa)	CBA (%)	FRAP (μmol ET/g)	ABTS ⁺ (μmol ET/g)
FBPH < 1	65.24 ± 0.09 ^a	1189.78 ± 0.46 ^a	2040.70 ± 0.13 ^a
FBPH-3	88.32 ± 0.03 ^b	1267.6 ± 0.34 ^b	2045.56 ± 0.44 ^b
FBPH-10	67.77 ± 0.13 ^c	597.14 ± 0.21 ^c	1816.24 ± 0.09 ^c
FBPH-100	65.09 ± 0.15 ^a	784.05 ± 0.28 ^d	2034.63 ± 0.12 ^d
FBPH>100	68.89 ± 0.23 ^d	605.48 ± 0.22 ^e	1835.66 ± 0.15 ^e

Mean ± standard deviation (n=4). ^{a-e} Different letters in the same column show statistically significant differences (p<0.05).

Table 2. Antioxidant capacity of bovine plasma hydrolysates ultrafiltrates with (DH): 19.1 %

According to the results, FBPH-3 showed a higher AC than the molecular fractions with a higher weight, which suggests that small peptides are more potent antioxidants than larger peptides. This could be due to the side chains and their amino ends, which are more available to donate electrons or hydrogen atoms and react with free radicals or reduce complexes such as Fe³⁺-TPTZ (Gómez-Grimaldos et al. 2020; Phanturat et al. 2010).

Peptides with AC have been reported in the literature by means of gel chromatography with values of 318 $\mu\text{mol ET/g}$ of protein (Hamzeh et al. 2016). Likewise, peptides separated by ultrafiltration with considerable AC and with low molecular sizes between 1 and 5 kDa have also been observed in the literature (Wiriyaphan et al. 2015). When hydrolyzed, protein origin substances release amino acids, which are known for their ability to donate electrons such as tryptophan (Try), tyrosine (Tyr), and histidine (His), which increase AC when exposed by hydrolysis processes and are contained in BPH in concentrations between 3.3 ± 0.02 to 28.7 ± 0.3 mg/g of protein (Gómez-Grimaldos et al. 2020).

3.3 Cytotoxicity Tests

The BPH-19 and FBPH-3 fractions (samples with the highest AC in the in vitro tests) were chosen to analyze their cytotoxic and cytoprotective effect on intestinal-like Caco-2 cells. According to the results shown in figure 1, treatment with BPH-19 does not affect cell viability, although at concentrations of 0.01-0.05 mg/mL a slight increase is observed, possibly due to the fact that BPH-19 contains amino acids that can favour cell development (Gómez-Grimaldos et al. 2020). Based on the results, a concentration of 0.25 mg/mL was chosen for subsequent bioactivity studies, since it does not show differences with respect the control.

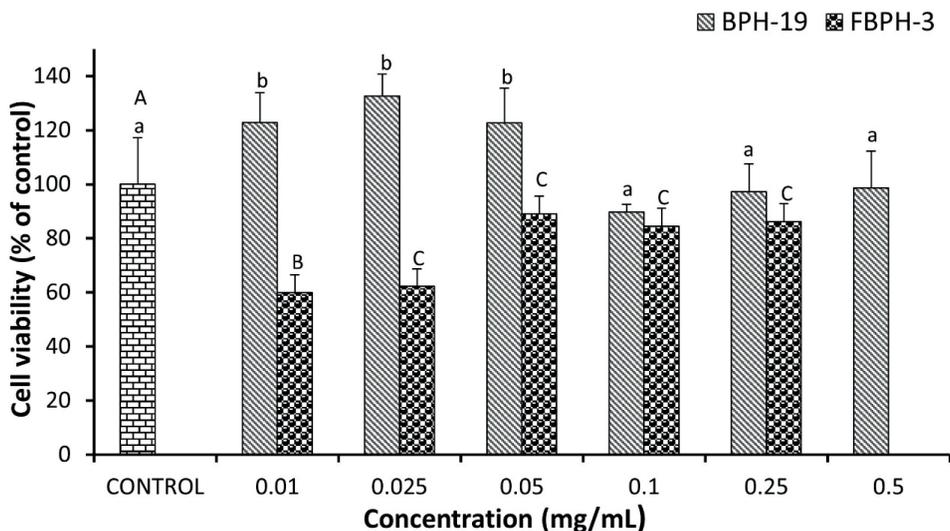


Figure 1. The effect of pretreatment with BPH-19 and FBPH-3 on cellular viability (MTT assay) on the differentiated Caco-2 cells after treatment of 24 h. Values are expressed as mean \pm standard deviation (n=4). The different superscript lowercase letters (a-b) for BPH-19 and uppercase letters (A-C) for FBPH-3 show statistically significant differences between the treatments ($p < 0.05$).

FBPH-3 at concentrations between 0.05 to 0.25 does not show great significant changes in the viability of the culture with values higher than 92.6 %. However, treatment at low concentrations (0.01 and 0.025 mg/mL), decreases the viability of Caco-2 cells up to

59.98% and 62.31%, respectively. The decrease in cell viability may occur because amino acid residues at low concentrations can be easily transported through the cell membrane, which can affect the intracellular electrolyte concentration and change the internal osmotic pressure, causing cells to become hyper hydrated and strongly decrease their viability (Tang et al. 2017). Similarly, a decrease in the viability of cell cultures has been observed when treated with abalone viscera hydrolysate at concentrations between 0.5 and 1 mg/mL (Je et al. 2015).

Likewise, other studies which have analyzed concentrations under 0.2 mg/mL of hydrolyzed red tilapia viscera and threadfin bream surimi by-products and their respective ultrafiltered fractions, have been reported to be non-cytotoxic on Caco-2 cells (Gómez et al. 2019a; Wiriyanphan et al. 2015).

3.4 Cytoprotective effect of BPH-19 and FBPH-3 against H₂O₂-induced stress

3.4.1 Cell Viability

Figure 2 shows the results of MTT assay in stressed differentiated Caco-2 cells pre-incubated with BPH-19 and FBPH-3 for 24 h. The results show that cell viability suffers a significant decrease ($p < 0.05$) of 31.6% when cells are subjected to stress conditions. After 24 h of pre-treatment with BPH-19, a preventive effect was observed on the decrease in cell viability at BPH-19 concentrations of 0.25 and 0.5 mg/mL. At lower concentrations of BPH-19 the compound fails to counteract the effect of the oxidative stress, perhaps because the concentration of BPH-19 is not sufficient to neutralize the radicals formed by the reaction with H₂O₂ 5 mM. In pre-treatments with FBPH-3 at concentrations between 0.05-0.1 mg/mL, there is partial prevention of oxidative stress induced by H₂O₂, increasing cell viability by 19.1% vs. the control with stress. Therefore, this concentration was chosen for subsequent bioactivity studies. Although FBPH-3 showed higher AC in vitro than BPH-19 (Tables 1 and 2), it also exhibited some cytotoxicity in Caco-2 cells as mentioned in the previous section, which leads to an expected lower cytoprotective effect as can be seen in figure 2. Cell model systems allow the evaluation of bioavailability, reactivity, and bioactivity of antioxidant compounds in cell metabolism (Zhang et al. 2019). These results are similar to those obtained by Zhong et al. (2011), who showed that the protein hydrolysate isolated from marine by-products has a greater capacity to neutralize radical DPPH and exert a cytoprotective effect in Caco-2 cells exposed to 0.15 μM of H₂O₂ for 12 h.

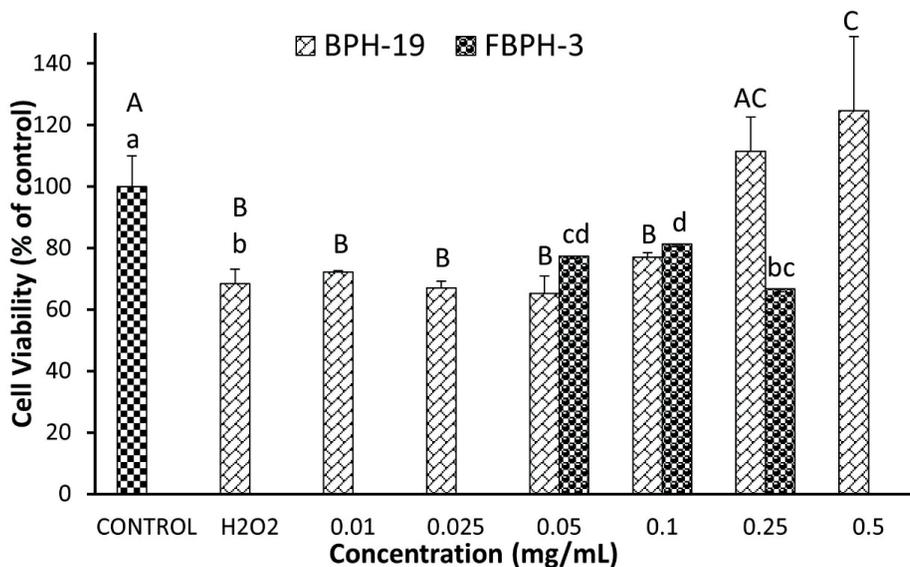


Figure 2. The effect of pretreatment with BPH-19 and FBPH-3 on cellular viability (MTT assay) on the differentiated Caco-2 cells with oxidative stress induced by H_2O_2 5 mM. Values are expressed as mean \pm standard deviation (n=4). The different superscript lowercase letters (a-d) for BPH-19 and uppercase letters (A-C) for FBPH-3 show statistically significant differences between the treatments ($p < 0.05$).

3.4.2 ROS accumulation

Figure 3 shows ROS intracellular level in Caco-2 cells pre-incubated with BPH-19 and FBPH-3, with and without the effect of oxidative stress. No significant differences ($p > 0.05$) in the ROS intracellular accumulation were detected in the tests with the absence of induced oxidative stress. The cells treated with 5 mM H_2O_2 showed an increase in intracellular ROS levels of 15.6 times more than those of the control without stress. Cells pre-treated with FBPH-3 under stress conditions had an increase of 18.7 times the ROS levels compared to the control without induced stress. In addition, an increase of 16.5% in ROS levels was also observed with this sample compared to the control with stress-induced. By contrast, in cells with induced stress pre-treated with BPH-19, ROS levels decreased by 15.2% with respect to the H_2O_2 control. The decrease in intracellular ROS levels observed with BPH-19, together with its high capacity to transfer hydrogen atoms and/or electrons (Table 1), suggests that the mechanism of action of the antioxidant peptides contained in BPH-19 is the sequestration or neutralization of the charges of free radicals, expressed in situations such as stress induced by H_2O_2 (Carocho et al. 2018). Other hydrolysates with significant AC at the cellular level from marine and chickpea by-products which have the ability to neutralize the increase in intracellular ROS can be found in the literature (Ngo et al. 2010; Wang et al. 2016).

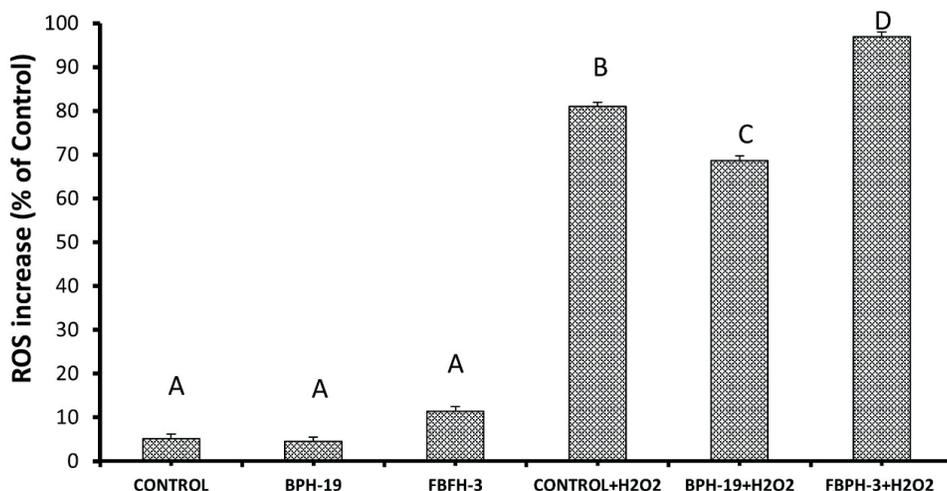


Figure 3. The effect of pretreatment with BPH-19 (0.25 mg/mL) and FBPH-3 (0.1 mg/mL), with and without oxidative stress induced by H₂O 5mM on the oxygen reactive species production. Values are expressed as mean \pm standard deviation (n = 4). The different superscript letters (A-D) show statistically significant differences between the treatments ($p < 0.05$).

3.4.3 Intracellular GSH Levels

Cellular redox state was established as a measure of the effect of BPH-19 and FBPH-3 on GSH levels in Caco-2 cells with and without conditions of oxidative stress. Figure 4 shows that the levels of intracellular GSH in the control and cells pre-treated with BPH-19 and FBPH-3, without the induction of oxidative stress, do not show significant changes ($p > 0.05$). After exposing the cells to H₂O₂, the levels of intracellular GSH decrease significantly ($p < 0.05$) by 26.2% in the control and FBPH-3, compared to the control without induced stress conditions. In contrast, in the sample pre-treated with BPH-19, GSH levels only decreased by 10.1% ($p < 0.05$) versus control but increase 19.5% compared with control of stress. This indicates that FBPH-3 does not exert any protective effect on the cell under stress conditions. These results are consistent with the results regarding toxicity, cell viability and accumulation of intracellular ROS, where the greatest protective effect is offered by BPH-19. Some researchers have obtained similar results and report that the fractions smaller than 3 kDa from gluten do not change intracellular GSH in HepG2 cells. However, in the presence of H₂O₂ 0.5 mM, GSH levels decrease (Gabrielsson et al. 2014). These results suggest that BPH-19 does not present a pro-oxidant effect, considering its capacity to inhibit ROS increase and GSH decrease in the context of cellular oxidative stress (figure 3 and 4), unlike other antioxidants for which a pro-oxidant effect has been reported (Carocho and Ferreira 2013). The mechanism by which BPH-19 provides certain recover in the GSH levels under H₂O₂-induced stress conditions may be due to the modulation of

GSH-related antioxidant enzymes such as glutathione peroxidase (GPx) (Brigelius-Flohé and Maiorino 2013).

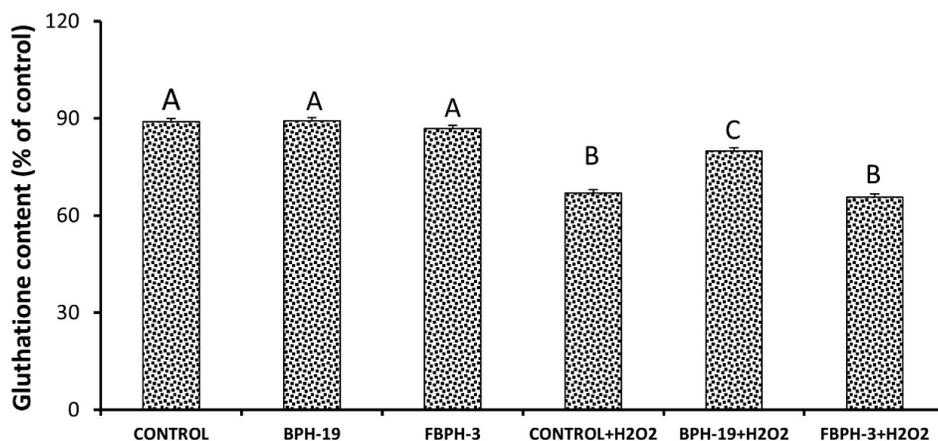


Figure 4. The effect of pretreatment with BPH-19 (0.25 mg/mL) and FBPH-3 (0.1 mg/mL), with and without oxidative stress induced by H₂O₂ 5mM on the intracellular content of glutathione in differentiated Caco-2 cells. Values are expressed as mean ± standard deviation (n = 4). The different superscript letters (A-C) show statistically significant differences between the treatments (p <0.05).

3.4.4 Cell Cycle

Figure 5 shows the distribution of the cell cycle of the differentiated Caco-2 cells, which were pre-incubated with 0.25 mg/mL of BPH-19 and 0.1 mg/mL of FBPH-3, under conditions of oxidative stress or the absence thereof. The stress condition induced by H₂O₂ was seen to decrease the percentage of cells in the G1 phase by 11.0%, in the S phase by 21.7% and in the G2/M phase by 37.8%, which causes an accumulation of the cell population in the subG1 phase (89.2%) with respect to the control (p<0.05). Moreover, pre-treatment with BPH-19 and FBPH-3 was seen to prevent the alteration of the cell cycle in the G1, S and G2/M phases, maintaining the cell population in each phase at the basal control level. Additionally, when cell culture is pre-treated with BPH-19 or FBPH-3, cell accumulation in the subG1 phase is less than stress control a 57% or 71%, respectively.

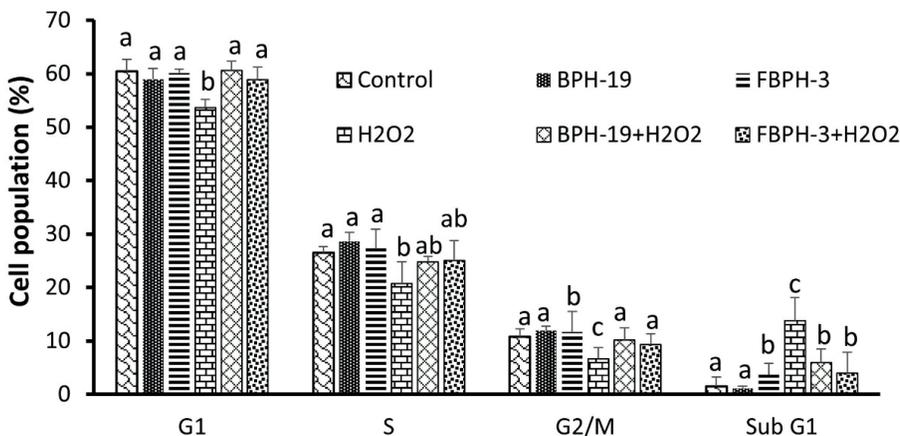


Figure 5. The effect of pretreatment with BPH-19 (0.25 mg/mL) and FBPH-3 (0.1 mg/mL), with and without oxidative stress induced by H₂O₂ 5 mM on the distribution of cellular cycle phases of culture differentiated Caco-2 cells. Values are expressed as mean ± standard deviation (n=4). The different superscript letters (a-c) show statistically significant differences between the treatments in each cell cycle phase (p<0.05).

Oxidative stress processes can alter some important control points in cell cycle regulation, as peroxides are known to alter the G1 checkpoint in Caco-2 cell cycle progression. In this regard, both BPH-19 and FBPH-3 manage to re-establish the cell cycle at the control level (figure 5). In line with these results, other authors have reported that pre-treatment with peptides from krill protein hydrolysates can prevent subG1 phase accumulation in H₂O₂-stimulated cells (Fernando et al. 2020).

3.4.5 Determination of apoptosis and cell necrosis

Oxidative stress can cause cell death by different pathways, necrosis (non-physiological) or regulated apoptosis (Ryter et al. 2007). The results of figure 6 show that stress by H₂O₂ 5 mM causes a decrease in viable cells by 73.6%, increasing the number of cells in apoptosis by 44.1% and cells in a necrotic state by 343.3% versus control. Pre-treatment of Caco-2 cells with BPH-19 and FBPH-3 with/without oxidative stress does not affect basal cell viability significantly (p>0.05) and does not have a significant protective effect on cells in a necrotic state, but it does show a decrease in apoptotic cells both without stress (80.6%) as with stress (27.5%) (p<0.05). This finding suggests that both samples help preventing the cells from entering apoptosis without affecting the cell viability. However, this protective effect under stress conditions is more pronounced with BPH-19 vs. FBPH-3 (27.5% and 18.4%, respectively). These results are consistent with the previous parameters of ROS, GSH and the subG1 phase of the cell cycle. Some studies have obtained similar results showing a significant increase in Caco-2 necrotic cells due to treatment with 20 mM

of H₂O₂ (Devi et al. 2017).

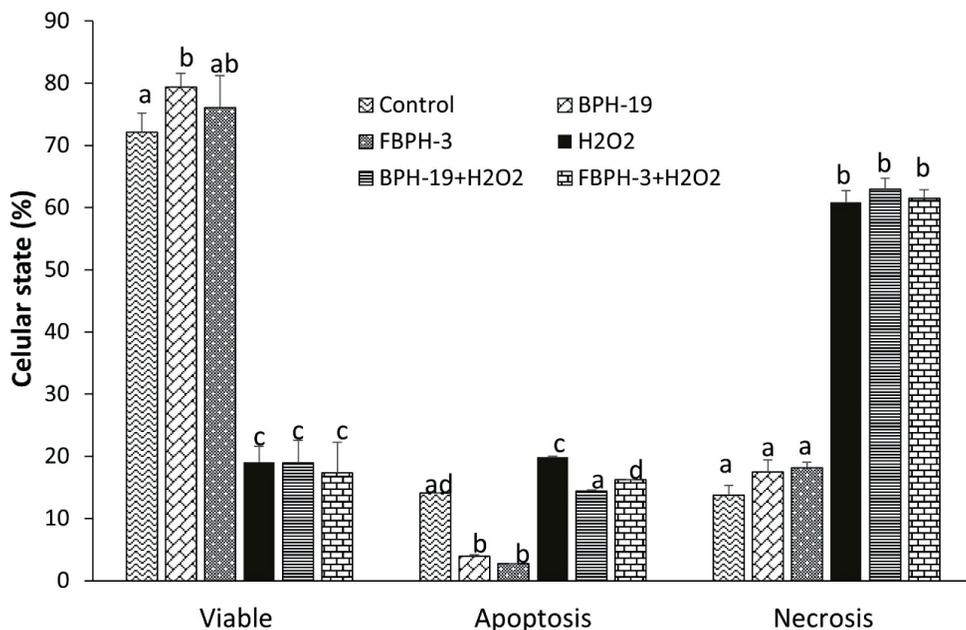


Figure 6. The effect of pretreatment with BPH-19 (0.25 mg/mL) and FBPH-3 (0.1 mg/mL), with and without oxidative stress induced by H₂O₂ 5 mM on the state cellular state of differentiated Caco-2 cells. Values are expressed as mean ± standard deviation (n=4). The different superscript letters (a-d) show statistically significant differences between the treatments in each cellular state condition (p<0.05).

There are few studies that analyze the ability of hydrolysates with cytoprotective effect to prevent cell death by different pathways. Devi et al. (2017), have carried out pre-treatments for 24 h with buffalo milk casein peptides (0.1 µg/mL) in fibroblast cultures, which managed to reverse necrosis produced by 20 mM of H₂O₂ for 6 h. However, these studies found that at higher concentrations of the peptides (0.5 µg/mL), the protective effect is lost, producing a state of necrosis at a similar level to cells treated exclusively with H₂O₂. The clear deduction is that the cytoprotective effect exerted by BPH-19 to prevent or reverse the state of apoptosis is due to its AC (figure 4) caused by H₂O₂ treatment and a sustained adequate cytoprotective cell environment.

3.4.6 Evaluation of mitochondrial membrane potential

Changes in mitochondrial membrane potential are indicated by a reduction in the DiOC₆-induced fluorescence intensity. Thus, the DiOC₆ fluorescence decrease is an early indicator of cellular damage such as early and late apoptosis; processes where the integrity of the membrane is lost (Cilla et al. 2015). The results show that BPH-19 and FBPH-3 do not significantly reduce the fluorescence of DiOC₆ in Caco-2 cells. In contrast, H₂O₂ at 5 mM

produces a decrease in fluorescence of 54.1% versus control, which indicates a dissipation of the intracellular mitochondrial membrane potential. Furthermore, neither BPH-19 and FBPH-3 offer protection against induced oxidative stress, showing a similar decrease in fluorescence of 61.8% and 53.7%, respectively, versus control (figure 7).

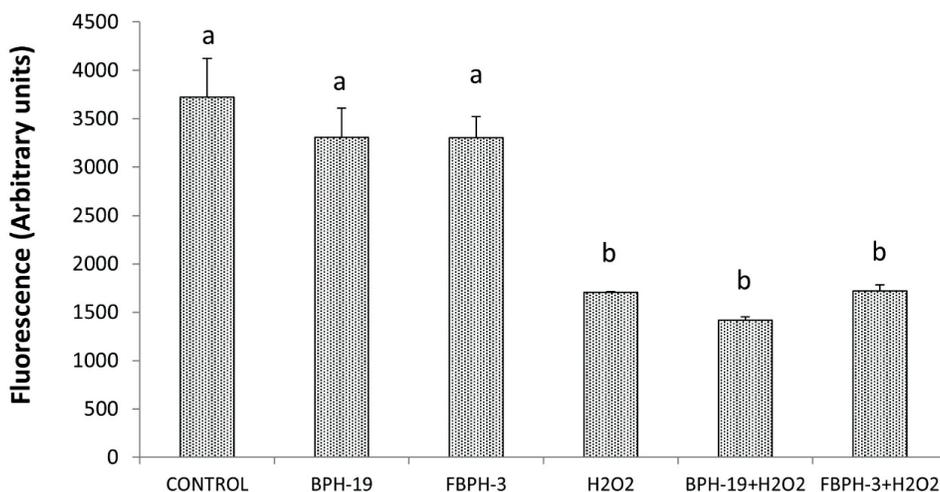


Figure 7. The effect of pretreatment with BPH-19 (0.25 mg/mL) and FBPH-3 (0.1 mg/mL), with and without oxidative stress induced by H_2O_2 5 mM on the level of alteration of the mitochondrial membrane of differentiated Caco-2 cells. Values are expressed as mean \pm standard deviation ($n = 4$). The different superscript letters (a-b) show statistically significant differences between the treatments ($p < 0.05$).

In the literature there are not many studies evaluating the cytoprotective effect of hydrolysates or other antioxidant substances on the integrity of the mitochondrial membrane potential. Some studies have obtained similar results, such as García-Nebot et al. (2011), who observed that casein phosphopeptides, despite having a cytoprotective effect, do not protect against the loss of membrane potential induced by oxidative stress with H_2O_2 in Caco-2 cells.

4 | CONCLUSION

The results indicate that hydrolysates from bovine plasma have potent antioxidant properties and that the highest activity is achieved with a degree of hydrolysis of 19.1%. BPH fractionation shows that peptides with a molecular weight of less than 3 kDa possess a higher AC. However, it does not correlate with a greater cytoprotective effect in Caco-2 cells, where the complete hydrolysate presented better results than the fraction. This shows the importance of performing screening studies with biological models such as cell

cultures, to establish the real cytoprotective effect of the samples. The results suggest that the by-products of bovine slaughterhouses, such as plasma, can be used as a valuable raw material with antioxidant capacity. This product has a potential cellular biological capacity with cytoprotective effects against ROS-mediated intestinal lesions. This can provide a cost-effective commercial process, as well as reduce the environmental impact associated with the disposal of the industry's waste.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was financial supported by University of Antioquia and Colciencias, with its program of support to the national scientific community through of national doctoral program and its call No. 757 of 2016 for the financial support in the execution of the project.

REFERENCES

- Álvarez-Sala A, López-García G, Attanzio A, Tesoriere L, Cilla A, Barbera R, Alegría A. 2018. **Effects of plant sterols and/or β -cryptoxanthin at physiological serum concentrations on suicidal erythrocyte death.** *J. Agric. Food Chem.* 66:1157–1166. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b05575>
- Bedoya-Ramírez D, Cilla A, Contreras-Calderón J, Alegría-Torán A. 2017. **Evaluation of the antioxidant capacity, furan compounds and cytoprotective/ cytotoxic effects upon Caco-2 cells of commercial Colombian coffee.** *Food Chem.* 219:364–372. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.159>
- Bougatef A, Balti R, Haddar A, Jellouli K, Souissi N, Nasri M. 2012. **Protein hydrolysates from Bluefin Tuna (*Thunnus thynnus*) heads as influenced by the extent of enzymatic hydrolysis.** *Biotechnol. Bioprocess Eng.* 17:841–852. <https://doi.org/10.1007/s12257-012-0053-y>
- Brigelius-Flohé R, Maiorino M. 2013. **Glutathione peroxidases.** *Biochim. Biophys. Acta, Biophys. Incl. Photosynth.* 1830:3289–3303. <https://doi.org/10.1016/j.bbagen.2012.11.020>
- Carocho M, Ferreira ICFR. 2013. **A review on antioxidants, prooxidants and related controversy: Natural and synthetic compounds, screening and analysis methodologies and future perspectives.** *Food Chem. Toxicol.* 51:15–25. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.09.021>
- Carocho M, Morales P, Ferreira ICFR. 2018. **Antioxidants: Reviewing the chemistry, food applications, legislation and role as preservatives.** *Trends Food. Sci. Technol.* 71:107–120. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.11.008>
- Chang SK, Ismail A, Yanagita T, Mohd EN, Baharuldin MTH. 2015. **Antioxidant peptides purified and identified from the oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) kernel protein hydrolysate.** *J. Funct. Foods.* 14:63–75. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.01.011>
- Cilla A, Attanzio A, Barberá R, Tesoriere L, Livrea MA. 2015. **Anti-proliferative effect of main dietary phytosterols and β -cryptoxanthin alone or combined in human colon cancer Caco-2 cells through cytosolic Ca+2 and oxidative stress induced apoptosis.** *J. Funct. Foods.* 12:282–293. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.12.001>

Cilla A, Rodrigo MJ, Zacarias L, De Ancos B, Sánchez-Moreno C, Barberá R, Alegría A. 2018. **Protective effect of bioaccessible fractions of citrus fruit pulps against H₂O₂-induced oxidative stress in Caco-2 cells.** Food Res. Int. 103:335–344. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.066>.

Daneshzad E, Keshavarz SA, Qorbani M, Larijani B, Azadbakht L. 2020. **Dietary total antioxidant capacity and its association with sleep, stress, anxiety, and depression score: A cross-sectional study among diabetic women.** Clinical nutrition ESPEN, 37, 187-194. <https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2020.03.002>

De Castro RJS, Sato HH. 2015. **A response surface approach on optimization of hydrolysis parameters for the production of egg white protein hydrolysates with antioxidant activities.** Biocatal. Agric. Biotechnol. 4:55–62. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2014.07.001>.

Devi S, Kumar N, Kapila S, Mada SB, Reddi S, Vij R, Kapila R. 2017. **Buffalo casein derived peptide can alleviates H₂O₂ induced cellular damage and necrosis in fibroblast cells.** Exp. Toxicol. Pathol. 69:485–495. <http://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.etp.2017.04.009>

Enns GM, Cowan TM. 2017. **Glutathione as a redox biomarker in Mitochondrial disease – implications for therapy.** J. Clin. Med. 6(5):50. <https://doi.org/10.3390/jcm6050050>

Exner R, Wessner B, Manhart N, Roth E. 2000. **Therapeutic potential of glutathione.** Wien. Klin. Wochenschr. [Internet]. [Cited 2021 Nov 16]; 112(14):610-616. Available from: <https://europepmc.org/article/med/11008322>

FAO. 1991. **Guidelines for slaughtering, meat cutting and further processing.** ISBN 92-5-102921-0. Available from: <https://europepmc.org/article/med/11008322http://www.fao.org/3/t0279e/T0279E00.htm#TOC>

Fernando IPS, Park SY, Han EJ, Kim HS, Kang DS, Je JY, et al. 2020. **Isolation of an antioxidant peptide from krill protein hydrolysates as a novel agent with potential hepatoprotective effects.** Journal of Functional Foods, 67, 103889. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103889>

Foyer CH, Wilson MH, Wright MH. 2018. **Redox regulation of cell proliferation: Bioinformatics and redox proteomics approaches to identify redox-sensitive cell cycle regulators.** Free Radic. Biol. Med. 120:137-146. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.03.047>

Gabrielsson B, Andersson N, Undeland I. 2014. **Influence of fish consumption and some of its individual constituents on oxidative stress in cells, animals, and humans.** In H. G. Kristinsson (Ed.). Antioxidants and functional components in aquatic foods, Chichester: John Wiley & Sons, Ltd. 176–219. <https://doi.org/10.1002/9781118855102>

García-Nebot M, Cilla A, Alegría A, Barberá R. 2011. **Caseinophosphopeptides exert partial and site-specific cytoprotection against H₂O₂-induced oxidative stress in Caco-2 cells.** Food Chem. 129:1495–1503. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.129>

Girgih AT, Chao D, Lin L, He R, Jung S, Aluko RE. 2015. **Enzymatic protein hydrolysates from high pressure-pretreated isolated pea proteins have better antioxidant properties than similar hydrolysates produced from heat pretreatment.** Food Chem. 188:510-516. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.05.024>

Gómez LJ, Gómez NA, Zapata JE, López-García G, Cilla A, Alegría A. 2019a. **In-vitro antioxidant capacity and cytoprotective/cytotoxic effects upon Caco-2 cells of red tilapia (*Oreochromis spp*) viscera hydrolysates.** Food Res. Int. 120:52-61. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.02.029>

Gómez NA, Gómez LJ, Zapata JE. 2019b. **Kinetics models to produce an antioxidant by enzymatic hydrolysis of Bovine Plasma using a high substrate concentration.** Curr. Enz. Inhib. 15:144-153. <https://doi.org/10.2174/1573408015666191009090742>

Gómez LJ, Zapata JE. 2016. **Obtaining of antioxidant peptide from bovine plasma Hydrolysates and effect of the degree of hydrolysis on Antioxidant capacity.** Rev. Mex. Ing. Quim. [Internet]. [Cited 2020 Dic 16];15:101–109. Available from: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmiq/v15n1/1665-2738-rmiq-15-01-00101.pdf>

Gómez-Grimaldos NA, Gómez-Sampedro LJ, Zapata-Montoya JE, López-García G, Cilla A, Alegría-Toran A 2020. **Bovine plasma hydrolysates'iron chelating capacity and its potentiating effect on ferritin synthesis in Caco-2 cells.** Food Funct. 11:10907-10912. <https://doi.org/10.1039/d0fo02502j>

Hamzeh A, Benjakul S, Senphan T. 2016. **Comparative study on antioxidant activity of hydrolysates from splendid squid (*Loligo formosana*) gelatin and protein isolate prepared using protease from hepatopancreas of Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*).** J. Food Sci. Technol. 53:3615–3623. <https://doi.org/10.1007/s13197-016-2348-z>

Haytowitz DB, Bhagwat S. 2010. **USDA Database for the Oxygen Radical Absorbance Capacity (ORAC) of Selected Foods**, Release 2. Department of Agriculture.

Intiquilla A, Jiménez-Aliaga K, Zavaleta AI, Arnao I, Peña C, Chávez-Hidalgo EL, Hernández-Ledesma B. 2016. **Erythrina edulis (Pajuro) seed protein: a new source of antioxidant peptides.** Nat. Prod. Commun. 11(6):781-786. <https://doi.org/10.1177/1934578X1601100620>

Je JY, Park SY, Hwang JY, Ahn CB. 2015. **Amino acid composition and invitro antioxidant and cytoprotective activity of abalone viscera hydrolysate.** J. Funct. Foods. 16:94–103. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.04.023>

Jiménez-Morales WA, Cañizares-Macias MP, Pedraza-Chaverri J. 2022. **Fast ORAC-SIA method for antioxidant capacity determination in food samples.** Food Chemistry, 384, 132524. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132524>

Juan-García A, Caprioli G, Sagratini G, Mañes J, Juan C.2021. **Coffe silverskin and spent coffee suitable as neuroprotectors against cell death by Beauvericin and a-Zearalenol: Evaluating strategies of treatment.** Toxins. 13(29):132. <https://doi.org/10.3390/toxins13020132>

Leal W, Azeiteiro U, Alves F, Pace P, Mifsud M, Brandli L, Caeiro SS, Disterheft A. 2018. **Reinvigorating the sustainable development research agenda: the role of the sustainable development goals (SDG).** Int. J. Sust. Dev. World. 25(2):131-142. <https://doi.org/10.1080/13504509.2017.1342103>

Liu C, Ren D, Li J, Fang L, Wang J, Liu J, Min W. 2018. **Cytoprotective effect and purification of novel antioxidant peptides from hazelnut (*C. heterophylla* Fisch) protein hydrolysates.** J. Funct. Foods, 42, 203-215. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.12.003>

- Liu Y, Wei Y, Liu R, Liang Z, Yang J, Zhang R, Zhou Z, Nie Y. 2020. **Preparation of Epoxidized Natural Rubbers with Improved Aging Resistance by Covalently Bridging Graphene and Antioxidants.** J. Inorg. Organomet. Polym. 30:1553-1565. <https://doi.org/10.1007/s10904-019-01300-2>
- López-García G, Cilla A, Barberá R, Alegría A. 2017. **Protective effect of antioxidants contained in milk-based fruit beverages against sterol oxidation products.** J. Funct. Foods. 30:81–89. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.12.028>.
- Mischley LK, Standish LJ, Weiss NS, Padowski JM, Kavanagh TJ, White CC, Rosenfeld ME. 2016. **Glutathione as a biomarker in Parkinson's disease: Associations with aging and disease severity.** Oxid. Med. Cell. Longev. 1-6: Article ID 9409363. <https://doi.org/10.1155/2016/9409363>
- Ngo DH, Qian ZJ, Ryu B, Park JW, Kim SK. 2010. **In vitro antioxidant activity of a peptide isolated from Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) scale gelatin in free radical-mediated oxidative systems.** J. Funct. Foods. 2:107–117. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2010.02.001>
- Ordoudi SA, Tsimidou MZ. 2006. **Crocin bleaching assay step by step: Observations and suggestions for an alternative validated protocol.** J. Agric. Food Chem. 54:1663–1671. <https://doi.org/10.1021/jf052731u>.
- Phanturat P, Benjakul S, Visessanguan W, Roytrakul S. 2010. **Use of pyloric caeca extract from bigeye snapper (*Priacanthus macracanthus*) for the production of gelatin hydrolysate with antioxidative activity.** LWT Food Sci. Technol. 43:86–97. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.06.010>
- Ramos M, Burgos N, Barnar A, Evans G, Preece J, Graz M, Ruthes AC, Jiménez-Quero A, Martínez-Abad A, Vilaplana F, Ngoc LP, Brouwer A, Van der Burg B, Garrigós MC, Jiménez A. 2019. **Agaricus bisporus and its by-products as a source of valuable extracts and bioactive compounds.** Food Chem. 292:176-187. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.035>
- Rani M, Shim WJ, Han GM, Jang M, Song KY, Hong SH. 2017. **Benzotriazole-type ultraviolet stabilizers and antioxidants in plastic marine debris and their new products.** Sci. Total Environ. 579:745-754. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.033>
- Ryter SW, Kim HP, Hoetzel A, Park JW, Nakahira K, Wang X, Choi AMK. 2007. **Mechanisms of Cell Death in Oxidative Stress.** Antioxid. Redox Signal. 9:49–89. <http://doi.org/10.1089/ars.2007.1957>
- Samaranayaka AGP, Li-Chan ECY. 2011. **Food-derived peptidic antioxidants: A review of their production, assessment, and potential applications.** J. Funct. Foods. 3:229–254. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2011.05.006>.
- Shanura IP, Park SY, Han EJ, Kim H-S, Kang D-S, Je JY, Ahn CB, Ahn G. 2020. **Isolation of an antioxidant peptide from krill protein hydrolysates as a novel agent with potential hepatoprotective effects.** J. Funct. Foods. 67:103889. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103889>
- Simitzis PE. 2018. **Agro-industrial by-products and their bioactive compounds-an ally against oxidative stress and skin aging.** Cosmetics. 5(4):58. <https://doi.org/10.3390/cosmetics5040058>
- Tang M, Li X, Li Q, Zhou Y, Pan W, Gao J, Ye Z-w, Weng S, Liu Q, He J, He Z. 2017 **Conditional potency is a hallmark of viral protein-derived toxic peptides.** Med. Hypotheses. 100:2–3. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2017.01.005>

- Tovar-Pérez EG, Guerrero-Becerra L, Lugo-Cervantes E. 2017. **Antioxidant activity of hydrolysates and peptide fractions of glutelin from cocoa (*Theobroma cacao* L.) seed.** *CyTA J. Food.* 15(4):489-496. <https://doi.org/10.1080/19476337.2017.1297963>
- Villamil O, Váquirol H, Solanilla JF. 2017. Fish viscera protein hydrolysates: **Production, potential applications and functional and bioactive properties.** *Food Chem.* 224:160–171. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.12.057>
- Wachirattanapongmetee K, Katekaew S, Sae-Eaw A, Thawornchinsombut S. 2019. **Production factors affecting antioxidant peptides from tilapia processing byproducts.** *Food Sci. Technol. Int.* 39(1):181-187. <https://doi.org/10.1590/fst.00218>
- Wang L, Ding L, Yu Z, Zhang T, Ma S, Liu J. 2016. **Intracellular ROS scavenging and antioxidant enzyme regulating capacities of corn gluten meal-derived antioxidant peptides in HepG2 cells.** *Food. Res. Int.* 90:33–41. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.10.023>
- Wiriayaphan C, Xiao H, Decker EA, Yongsawatdigul J. 2015. **Chemical and cellular antioxidative properties of threadfin bream (*Nemipterus spp.*) surimi byproduct hydrolysates fractionated by ultrafiltration.** *Food Chem.* 167:7–15. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.06.077>
- Zhang D, Baraldi P, Cadet C, Yousfi-Steiner N, Bérenguer C, Zio E. 2019. **An ensemble of models for integrating dependent sources of information for the prognosis of the remaining useful life of proton exchange membrane fuel cells.** *Mech. Syst. Sig. Process.* 124:479-501. <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2019.01.060>
- Zhang X, Noisa P, Yongsawatdigul J. 2020. **Chemical and cellular antioxidant activities of in vitro digesta of tilapia protein and its hydrolysates.** *Foods.* 9(6):833. <https://doi.org/10.3390/foods9060833>
- Zhong S, Ma C, Lin YC, Luo Y. 2011. **Antioxidant properties of peptide fractions from silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) processing by-product protein hydrolysates evaluated by electron spin resonance spectrometry.** *Food. Chem.* 126:1636–1642. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.12.046>
- Zhu Z, Du S, Du Y, Ren J, Ying G, Yan Z. 2017. **Glutathione reductase mediates drug resistance in glioblastoma cells by regulating redox homeostasis.** *J. Neurochem.* 144:93-104. <https://doi.org/10.1111/jnc.14250>

EL BENZO(A)PIRENO UN GENOTÓXICO DE IMPORTANCIA EN LA SALUD AMBIENTAL Y HUMANA

Data de submissão: 31/01/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Julio César Castañeda-Ortega

Facultad de Biología, Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz México
Orcid: 0000-0003-2663-9155

Benito Hernández-Castellanos

Facultad de Biología, Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz México
Orcid: 0000-0001-6475-5232

Lourdes Cocotle-Romero

Facultad de Economía, Programa Geografía, Universidad Veracruzana
Xalapa, Veracruz México
Orcid: 0000-0002-6763-8856

RESUMEN: El benzo(a)pireno es un hidrocarburo aromático policíclico generado por la combustión incompleta de materia orgánica, tanto por procesos naturales como erupciones volcánicas e incendios forestales como por actividades humanas como la combustión industrial, y de combustibles fósiles entre otros. El benzo(a)pireno al ser metabolizado ha demostrado tener efectos genotóxicos, mutagénicos y carcinogénicos entre otros en distintos grupos de vertebrados, así como en el ser

humano. El sector industrial es el principal productor de este hidrocarburo por lo que los trabajadores industriales son el principal grupo de riesgo, al entrar en contacto por la vía respiratoria y cutánea. Sin embargo, su presencia en los alimentos debido a los distintos procesos de cocción de los de los mismos, hace que toda la población este expuesta al benzo(a)pireno y sus efectos carcinogénicos.

PALABRAS CLAVE: Benzo(a)pireno, toxicología, cáncer, salud ambiental.

INTRODUCCIÓN

El benzo(a)pireno (abreviado B(a)P de aquí en adelante) también llamado 3,4-benzopireno es un hidrocarburo aromático policíclico (abreviado HAP en adelante), que se presenta en forma de polvo o sólido cristalino de color amarillo pálido con un ligero olor aromático, en forma pura se utiliza como reactivo de laboratorio en unos pocos productos farmacéuticos basados en alquitrán de hulla, aunque sus principales usos son como pigmento y como refuerzo en productos de goma y plástico; se produce por la pirolisis o por

la combustión incompleta de la materia orgánica, debido a una temperatura muy baja, que impide el consumo total del combustible (Tello, 2018; Gao et al., 2011; Rivera-Cruz et al., 2006). Se libera al aire de fuentes naturales como erupciones volcánicas e incendios forestales, así como de fuentes antropogénicas como los gases industriales, gases emitidos por vehículos, la incineración de desechos industriales y en pequeñas cantidades en el humo de cigarrillo (Dutta et al., 2010).

El B(a)P fue sintetizado por primera vez del carbón en 1931 posteriormente, fue hallado en el alquitrán de hulla, la brea y el hollín siendo uno de los primeros agentes carcinógenos identificados con claridad. El B(a)P es un HAP de alto peso molecular que contiene cinco anillos aromáticos fusionados que lo hacen más resistente a la biodegradación en comparación a los que solo tienen dos o tres anillos (Smith et al., 2017; Franco-Tobón & Ramírez-Botero, 2013; Cerniglia, 1993). Presenta un punto de fusión de 179°C y de ebullición de 495°C, es altamente soluble con los compuestos orgánicos lipofílicos pero tiene una baja solubilidad en agua (0.0038 mg/l), una baja presión de vapor (5.0 10 7tor) y un alto coeficiente de partición octanol-agua ($\log K_{ow} = 6.13$ a 25 °C), su vida media calculada en ríos y lagos es de 84.6 y 931.3 días respectivamente, mientras que su vida media de fotólisis en aguas superficiales es de 0.54 horas (Mo et al., 2021).

EL B(A)P EN EL MEDIOAMBIENTE

En la actualidad la exposición a B(a)P es cada vez más común, en el caso de los mamíferos el B(a)P se puede absorber fácilmente por tres vías: mediante su inhalación, la administración oral y a través de la piel. En el caso de los humanos las principales vías de exposición al B(a)P son los alimentos y el aire contaminados, ya que el ingreso de tóxicos a través de la vía tópica es en general menos efectiva que mediante las vías respiratoria y oral, debido a su área de superficie más reducida, (1.7 m²), y a una mayor distancia de translocación (100 μm) (Mo et al., 2021).

El B(a)P está presente en el aire que respiramos, aunque la Organización Mundial de la Salud no ha instaurado una recomendación acerca de la cantidad máxima de B(a)P en la atmósfera, Schreiberová y colaboradores (2020) asumiendo la unidad de riesgo de cáncer de pulmón de la Organización Mundial de la Salud para mezclas de HAP y un riesgo aceptable de probabilidad de padecer cáncer a lo largo de la vida establecen una concentración de 0.12 ng/m³ como segura; por su parte la Unión Europea ha fijado como objetivo que la concentración de B(a)P en la atmósfera no sobrepase el promedio anual de 1 ng/m³ para prevenir los efectos nocivos en la salud humana y el medioambiente. A pesar de esto, en la atmósfera se han llegado a reportar concentraciones detectadas de hasta 54.6 ng/m³ (Mo et al., 2021).

Como resultado de la combustión realizada en distintos procesos industriales, se forma una mezcla de HAP en donde suele estar presente el B(a)P, debido a esto es que uno

de los principales grupos de riesgo son los trabajadores de las distintas ramas del sector industrial al estar en contacto constantemente con el B(a)P ya sea por inhalación o contacto dérmico. Dentro de las industrias que producen mayores niveles de HAP se encuentran la productora de aluminio con concentraciones de hasta $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$; aunque en promedio se suelen producir entre 10 y $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como en la pavimentación o el revestimiento de techos y otras como la licuefacción del carbón, la destilación de alquitrán de hulla o las centrales eléctricas presentan emisiones de alrededor de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o menores (Bukowska et al., 2022).

Un estudio realizado en los sectores industrializados de Rusia identificó que la producción de B(a)P proviene principalmente de cuatro fuentes: La principal es la combustión del carbón con el 40.77%, seguida del producido por los escapes de vehículos con el 32.94%, la tercera resultó la combustión de biomasa con el 14.89% y la cocción de alimentos con el 11.40 % fue la cuarta fuente. Aunado a esto, el estudio reportó una correlación positiva entre el incremento en la concentración de B(a)P en la atmosfera en ciudades industriales y la presencia de neoplasias; de 2010 a 2019 los casos por cada 100,000 habitantes aumentaron de 383.39 a 502.70, siendo 15.3% mayor a los 436.1 que promedia el resto del país (Bukowska et al., 2022). Otra fuente de B(a)P en la atmosfera es el tabaco; el B(a)P fue el primer carcinógeno detectado en este; actualmente se conocen unos 60 carcinógenos en el humo del cigarro que están involucrados en la etiología del cáncer de pulmón, por lo que el B(a)P está implicado en la iniciación de este tipo de cáncer, ya que se estima que una persona fumadora puede estar expuesta a concentraciones promedio de entre 20 y $40 \mu\text{g}$ de B(a)P por cigarro (Vázquez-Gómez et al., 2016; Alexandrov et al., 2006).

B(A)P EN LOS ALIMENTOS

La ingesta de alimentos contaminados es otra fuente importante de exposición al B(a)P, entre los procesos sufridos por los alimentos en los cuales se ha evidenciado su formación se encuentran: el ahumado, el secado, el tostado, el horneado, la fritura, la extracción de aceites y la termo degradación de lípidos, como en el caso de los aceites comestibles que se someten a temperaturas elevadas. La Organización Mundial de la Salud, establece que el límite máximo permisible para los HAP entre ellos el B(a)P en alimentos frescos o sin procesar es de $0.03 \mu\text{g}/\text{kg}$; (Tirado-Arreola et al., 2010). Mediante estudios de cromatografía de gases y espectrometría de masas se ha encontrado que algunos alimentos asados al carbón y sometido a altas temperaturas como una porción de 112 g. de filete de res puede tener hasta $0.544 \mu\text{g}$ de B(a)P mientras que una pieza de pollo de 96 g tiene $0.439 \mu\text{g}$ (Franco-Tobón & Ramírez-Botero, 2013).

Tirado Arreola y colaboradores (2010) analizaron el contenido de hidrocarburos aromáticos policíclicos mediante cromatografía de gases en diversos restaurantes de CDMX encontrando una concentración de $3450 \mu\text{g}/\text{kg}$ de B(a)P en la carne de res cocinada

al carbón; Otros alimentos con un alto nivel de B(a)P son los productos ahumados, la carne de res ahumada puede contener hasta 36,600 µg/kg, mientras que en el pescado ahumado se reportan hasta 14,400 µg/kg; Por su parte en la leche y productos lácteos se han encontrado concentraciones de entre 1,500 y 7,500 µg/kg (Franco-Tobón & Ramírez-Botero, 2013). Todos estos datos son alarmantes ya que sobrepasan claramente la dosis recomendada por la OMS.

EL B(A)P Y SUS EFECTOS EN EL AMBIENTE

La presencia de sustancias contaminantes como el B(a)P y otros HAP tienen un efecto negativo no solo en la salud humana sino en otros ámbitos como el económico, social, ambiental y de salud animal. En México la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 es la encargada de regular los límites máximos de hidrocarburos en el suelo, establece en 2 mg/Kg la cantidad máxima permitida de B(a)P en suelos de uso agrícola forestal, pecuario y de conservación, así como residencial y recreativo, mientras que en suelos industriales y comerciales establece un máximo de 10 mg/Kg (D. O. F., 2013).

Sin embargo, en el suelo se han reportado concentraciones de B(a)P de hasta 4.2 mg/Kg de peso seco, y debido a su gran coeficiente de partición octanol-agua, el B(a)P se une preferentemente a materia orgánica y se deposita en el sedimento, en donde se almacena en concentraciones de hasta 21 mg/Kg de peso seco (Mo et al., 2021). La presencia de HAP en suelos de cultivo tiene distintas repercusiones negativas: Afectan la cosecha en la morfología de la planta y a su vez reducen su seguridad alimentaria, debido a que los niveles tóxicos de los contaminantes hacen que los cultivos sean peligrosos para el consumo de animales y humanos (Herver-Hernández et al., 2022).

Los efectos toxicológicos que provocan los HAP en el suelo y la vegetación pueden ser tanto directos como indirectos: directamente inhiben la actividad enzimática del suelo, la germinación, el brote de meristemas, inhiben la elongación de raíces, la fotosíntesis y el contenido de clorofila, lo que se traduce en una baja producción de biomasa aérea; indirectamente generan minerales tóxicos en el suelo disponibles para ser absorbidos, lo que conduce a un deterioro de la estructura del suelo, debido a la pérdida de materia orgánica y minerales como potasio, sodio, sulfato, fosfato y nitrato. Del mismo modo, el suelo está expuesto a la lixiviación y la erosión que disminuyen la elongación y el crecimiento de las raíces y evitan la difusión de oxígeno celular debido a las condiciones anóxicas del suelo (Cocotle-Romero et al., 2022).

Debido a su persistencia en el ambiente, gran parte del esfuerzo de investigación se ha dirigido a la remediación de desechos contaminados con HAP, los cuales se eliminan principalmente por degradación microbiana (Cerniglia, 1993). Se ha reportado que algunas bacterias de los géneros *Pseudomonas*, *Mycobacterium*, *Haemophilus*, *Rhodococcus* y *Paenibacillus* pueden degradar los HAP del suelo gracias a su sistema enzimático

multicomponente que genera metabolitos hidroxilados seguido de una serie de reacciones para lograr la mineralización final de estos compuestos, aunque en este proceso también están involucradas distintas interacciones fisicoquímicas, así como las características ambientales (Gallegos-Rangel et al., 2018).

Cuando existen condiciones de estrés en el suelo por presencia de hidrocarburos las plantas pueden modificar la exudación de los compuestos rizosféricos lo que produce cambios en las poblaciones de microorganismos. El aumento de la degradación de los HAP en la rizosfera se relaciona con el incremento de las poblaciones microbianas. Un estudio realizado con la gramínea *Echinochloa polystachya* en asociación con microorganismos autóctonos del suelo, mostró que esta interacción tuvo un efecto positivo en la rizosfera, aumentando significativamente las poblaciones de bacterias, hongos y de la asociación bacterias-hongos en suelos contaminados con B(a)P; en 120 días postratamiento el 65% del B(a)P fue removido del suelo, además, el B(a)P tuvo efectos positivos en la producción de biomasa tanto en *E. polystachya* como en el tamaño de las poblaciones de bacterias y hongos presentando un incremento de 48.3 % en la producción de biomasa, en comparación con el control en el cual no fueron inoculados B(a)P ni microorganismos (Volke-Haller et al., 2006).

B(A)P Y SU RELACIÓN CON LA CARCINOGENESIS Y OTRAS ALTERACIONES GENÉTICAS EN EL SER HUMANO Y OTROS VERTEBRADOS

Los efectos adversos de B(a)P, incluyen carcinogenicidad, teratogenicidad, neurotoxicidad, e inmunotoxicidad, en varios modelos animales experimentales de vertebrados como peces y mamíferos (Ba et al., 2015). La toxicidad y osteotoxicidad del B(a)P fue demostrada por primera vez en los años 80 en investigaciones realizadas con peces y ratones donde al exponerlos a concentraciones de este, se produjeron anomalías morfológicas en su descendencia. Posteriormente se reportó que el B(a)P promueve la pérdida ósea, altera la condrogénesis, inhibe la curación de fracturas óseas en ratones. Incluso la exposición a este en el agua a una concentración de $25\mu/l$ por 30 días puede causar deformidades óseas *Oryzias latipes*, esta misma dosis fue suministrada en el alimento a *Danio rerio* y se obtuvieron los mismos resultados, las malformaciones fueron heredadas a la F1 en *O. latipes* mientras que en *D. rerio* se presentaron en la F1 y F2 sin necesidad de que estas hayan sido expuestas al tóxico (Mo et al., 2021).

Aunado a estos efectos, algunos metabolitos del B(a)P se ligan covalentemente con el ADN y el ARN induciendo a la neoplasia y a la interacción macromolecular; siendo este el primer paso de la tumorigénesis y mutagénesis. Dichos metabolitos también pueden reaccionar con proteínas, como el isómero B(a)P-dihidriol-epóxido que se puede unir con proteínas hepáticas citosólicas y microsomales como la albúmina y la globulina en células

de peces, o el 3-hidroxi-benzo(a)pireno que se puede unir a la hemoglobina y a la albúmina en células de bovinos. De igual manera, reacciones de oxidorreducción generadas por quinonas, derivadas del metabolismo del B(a)P, podrían llevar a la formación de especies reactivas de oxígeno, las que pueden contribuir a transformaciones oncogénicas, estas especies reactivas de oxígeno pueden inducir la peroxidación lipídica que cataliza la oxidación de dioles a diol-epóxidos y estos a su vez tienen la posibilidad de unirse al ADN y a las proteínas. (Franco-Tobón & Ramírez-Botero, 2013). La exposición al B(a)P también puede causar efectos perjudiciales en varios sistemas, como el endocrino, reproductivo, inmunológico, nervioso y esquelético, además de osteotoxicidad (Mo et al., 2021).

Como ya se mencionó anteriormente en los seres humanos el B(a)P puede ingresar al organismo por tres vías, la inhalación, la absorción dérmica y mediante fuentes dietéticas. Las células epiteliales del tracto respiratorio son las primeras en estar en contacto con las partículas de B(a)P presente en el ambiente. Al ser absorbido el B(a)P se distribuye y metaboliza en numerosos tejidos y órganos, sin embargo, se ha reportado que sus metabolitos se concentran principalmente en el pulmón, específicamente en el tejido bronco epitelial (Mo et al., 2021; Vázquez-Gómez et al., 2016). La vía respiratoria es la de mayor exposición, ya que el B(a)P es altamente volátil, este es inhalado fácilmente, la dosis absorbida está determinada por distintos factores como el nivel de concentración en el aire, la duración de exposición, el volumen minuto respiratorio y el coeficiente de partición aire-sangre. Aunado a esto el B(a)P es capaz de atravesar la membrana alveolar en forma pasiva (Ministerio de producción y trabajo, 2019).

En animales, se ha demostrado que la exposición oral al B(a)P en embriones en desarrollo induce teratogénesis y neurotoxicidad en el desarrollo; en ratas y ratones se han observado efectos en el desarrollo como cambios neuroconductuales y efectos cardiovasculares después de exposiciones gestacionales, mientras que en los adultos induce toxicidad reproductiva e inmunotoxicidad. Entre los efectos reportados ante la exposición oral de este HAP se encuentran la disminución del conteo de espermatozoides, disminución en el peso de los ovarios y el número de folículos; así como en el número de inmunoglobulinas, de células B y del peso del timo (U. S. EPA, 2017). Posterior a la exposición a B(a)P, éste puede distribuirse en distintos órganos como el hígado, riñón y sangre, además su naturaleza lipofílica favorece su almacenamiento en tejidos grasos incluyendo glándulas mamarias y médula ósea y también se sabe que el B(a)P es capaz de cruzar la barrera hematoencefálica y la placenta (Vázquez-Gómez et al., 2016).

Los niños son un grupo especialmente sensible a la exposición al B(a)P ya que pueden tener una mayor exposición sistémica a las vías respiratorias y dérmicas a los xenobióticos debido a su mayor actividad respiratoria por kilogramo de cuerpo y una mayor relación superficie corporal-peso corporal, respectivamente. Así mismo, presentan una mayor exposición a los xenobióticos orales porque consumen más alimentos y bebidas por kilogramo de peso corporal que los adultos y tienen una actividad metabólica mayor

que un adulto. Otro problema que se presenta en los menores de 6 meses es la dificultad para la eliminación de xenobióticos del organismo debido a la inmadurez de las enzimas metabólicas en el hígado, la ausencia del primer paso de eliminación en el hígado y el bajo flujo sanguíneo renal (Luijten et al., 2014).

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que el B(a)P es un compuesto carcinogénico para los seres humanos categorizándolo en el grupo 1 (Ba et al., 2015). En los últimos años se ha observado un aumento de la incidencia de cáncer ocupacional en trabajadores expuestos al B(a)P en actividades como: la siderurgia, construcción de carreteras, el refinado de petróleo, las centrales térmicas de carbón, las industrias de la goma y el caucho, la producción de electrodos para la fabricación de aluminio, así como los ahumaderos de alimentos solo por mencionar algunas. Se ha asociado a cáncer de pulmón por vía inhalatoria, cáncer de piel por vía dérmica y cáncer de estómago por ingesta frecuente de alimentos que lo contengan como los ahumados (Ministerio de producción y trabajo, 2019).

El B(a)P también ha sido asociado a dos de los tipos de cáncer de mayor preocupación en México, el cáncer colorrectal y el de mama; El cáncer colorrectal es el tercero más común y cada año se diagnostican 15,000 nuevos casos que representan el 2.68% de todos los tumores malignos en México (Burbano-Luna et al., 2016). El cáncer colorrectal durante los últimos 20 años en nuestro país ha sido la causa de muerte de mayor crecimiento entre todas las causas de cáncer. Esta neoplasia ha presentado un crecimiento promedio de 44.7 % lo que lo hace el tipo de cáncer con el mayor aumento de casos en los últimos años. Un análisis sobre la concentración espacial de este padecimiento reveló que la mayor incidencia e índice de mortalidad se da en los estados de Baja California con el 80 % de mortandad, Chihuahua con 64 %, Tamaulipas con 62 %, Sonora con 52 % y Nuevo León con 42 %. Estos altos niveles de incidencia están relacionados directamente con los patrones alimenticios de la población de este sector del país, en donde se tiene un elevado consumo de carnes rojas, ahumadas y procesadas (Manzanares-Rivera, 2020). Las cuales se sabe que por sus procesos de elaboración y cocción presentan altas concentraciones de B(a)P.

Por su parte en el año 2020 el cáncer de mama en México fue la enfermedad más frecuente (15.3 %) y la primera causa de muerte en mujeres, con un estimado de 29 mil 929 nuevos casos y siete mil 931 muertes con una tasa de incidencia de 40.5 y de mortalidad de 10.6 por 100 mil (Martínez-Sánchez & Medrano-Guzmán, 2022). Al igual que en el cáncer de colon, la zona norte del país es donde se presenta una mayor incidencia, destacando los estados de Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, San Luis Potosí, Jalisco y Nuevo León (Castrezana-Campos, 2017). Son múltiples las causas que pueden desencadenar este padecimiento, al respecto, De Celis y colaboradores (2006), reportan que los HAP entre ellos el B(a)P han demostrado tener actividad similar a los estrógenos y tiene la capacidad de estimular el tejido glandular de la mama e inducir la formación de tumores, siendo el

tabaquismo y la dieta las vías más significativas de exposición a este tipo de contaminantes.

CONCLUSIONES

La exposición al B(a)P puede provocar inmunotoxicidad, teratogénesis y neurotoxicidad en el desarrollo, entre otras afecciones, y si la exposición a este toxico es prolongada provoca su acumulación y la producción de metástasis en las células de distintos tipos de tejidos. Debido a su elevada toxicidad es necesario que se establezcan nuevas normativas que regulen la presencia de B(a)P e HAP en general tanto en el ambiente como en los alimentos principalmente para grupos de riesgo como los niños.

En cuanto a la problemática ambiental que significa su abundante presencia en el suelo, las estrategias de biorremediación que involucran la interacción de plantas de altos requerimientos y la microbiota asociada a la rizosfera han mostrado buenos resultados, por lo que es preponderante generar más estrategias que ayuden a reducir la cantidad de HAP tanto a nivel atmosférico como en el suelo.

REFERENCIAS

ALEXANDROV, K., ROJAS, M. & ROLANDO, C. DNA Damage by Benzo(a)pyrene in Human Cells Is Increased by Cigarette Smoke and Decreased by a Filter Containing Rosemary Extract, Which Lowers Free Radicals. **Cancer Res**, 66 (24):11938-11945. 2006.

BA, Q., LI, J., HUANG, C., QIU, H., LI, J., CHU, R., ZHANG, W., XIE, D., WU, Y. & WANG H. Effects of Benzo[a]pyrene Exposure on Human Hepatocellular Carcinoma Cell Angiogenesis, Metastasis, and NF-κB Signaling. **Environmental Health Perspectives**, 123(3)246-254. 2015. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408524>.

BUKOWSKA, B., MOKRA, K., & MICHAŁOWICZ, J. Benzo [a] pyrene—Environmental Occurrence, Human Exposure, and Mechanisms of Toxicity. **International Journal of Molecular Sciences**, 23(11), 6348. 2022.

BURBANO-LUNA, F. B., MANRIQUE, M. A., CHÁVEZ-GARCÍA, M. Á., PÉREZ-CORONA, T., HERNÁNDEZ-VELÁZQUEZ, N. N., ESCANDÓN-ESPINOZA, Y. M., GÓMEZ-URRUTIA, J. M., RUBALCABA-MACÍAS, E. J., MARTÍNEZ-RAMÍREZ, G., CISNEROS, A. A., GARCÍA-ROMERO, A., MARTÍNEZ-GALINDO, M. G., & CERDA-CARDONA, J. Epidemiología del cáncer colorrectal en menores de 50 años en el Hospital Juárez de México. **Endoscopia**, 28(4), 160-165. 2016.

CASTREZANA-CAMPOS, M. R. Geografía del cáncer de mama en México. **Investigaciones geográficas**, (93), 1-25. 2017. <https://doi.org/10.15517/psm.v18i1.40061>.

CERNIGLIA, C. E. Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons. **Current opinion in biotechnology**, 4(3), 331-338. 1993.

COCOTLE-ROMERO L., HERNÁNDEZ-CASTELLANOS, B., TIRADO-MONTIEL. S. & CASTAÑEDA-ORTEGA, J. C. Tolerance and response of hybrid corn to different oil concentrations. **Journal of Agricultural Sciences Research**. Vol. 2 No. 16. 2022. <https://doi.org/10.22533/at.ed.9732162230114>.

D. O. F. (Diario Oficial De La Federación) **NORMA Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 Diario oficial de la Federación**. 2013. Recuperado de: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5313544&fecha=10/09/2013#gsc.tab=0.

DE CELIS, R., MORGAN, G., BRAVO, A., & FERIA, A. Cáncer de mama y exposición a hidrocarburos aromáticos. **e-Gnosis**, (4), 1-8. 2006.

DUTTA, K., GHOSH, D., NAZMI, A., KUMAWAT, K. L. & BASU, A. A Common Carcinogen Benzo[a] pyrene Causes Neuronal Death in Mouse via Microglial Activation. **PLoS ONE** 5(4): e9984. 2010. <https://doi:10.1371/journal.pone.0009984>.

FRANCO-TOBÓN, Y. N., & RAMÍREZ-BOTERO, C. M. El benzo (a) pireno en los alimentos y su relación con el cáncer/Benzo [a] pyrene from food and cancer. **Perspectivas en Nutrición Humana**, 15(1), 99. 2013.

GALLEGOS-RANGEL, M. E., MADERA-SANDOVAL, R. L., CASTRO-ESCARPULLI, G., NÁJERA-MARTÍNEZ, M., DOMÍNGUEZ-LÓPEZ, M. L., GARCÍA-LATORRE, E. A., & VEGA-LÓPEZ, A. Toxicokinetic and toxicodynamic symbiotic interactions among intestinal *Pseudomonas* degrading of hydrocarbons with its wild host fish *Chirostoma jordani*. **Revista internacional de contaminación ambiental**, 34(4), 751-765. 2018. <https://doi: 10.20937/RICA.2018.34.04.15>.

GAO, M., LI, Y., SUN, Y., SHAH, W., YANG, S., WANG, Y., & LONG, J. Benzo [a] pyrene exposure increases toxic biomarkers and morphological disorders in mouse cervix. **Basic & clinical pharmacology & toxicology**, 109(5), 398-406. 2011.

HERVER-HERNÁNDEZ, D. B., COCOTLE-ROMERO L., ARGUMEDO-DELIRA, R., CUEVAS-DÍAZ, M. C., MENDOZA-CERVANTES, G., CASTAÑEDA-ORTEGA, J. C. Y HERNÁNDEZ-CASTELLANOS, B. Effect of diesel on the early developmental stages of corn. **Journal of Agricultural Sciences Research**. Vol. 2 No. 15. 2022. <https://doi.org/10.22533/at.ed.9732152212115>.

LUIJTEN, M., HERNÁNDEZ L. G., ZWART, E. P., BOS, P. M. & VAN BENTHEM, J. **The sensitivity of young animals to benzo[a]pyrene-induced genotoxic stress**. 2014. Recuperado de: <https://rivm.openrepository.com/bitstream/handle/10029/311510/340701002.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

MANZANARES-RIVERA, J. L. Cáncer de colon en las fronteras de México. **Población y Salud en Mesoamérica**, 18(1). 2020. <https://doi.org/10.15517/psm.v18i1.40061>.

MINISTERIO DE PRODUCCIÓN Y TRABAJO. **Guía de actuación y diagnóstico de enfermedades profesionales (14.4 Benzo (a) pireno)**. Buenos Aires: Superintendencia de riesgos de trabajo. 2019. Recuperado de: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/14.4_benzoapireno.pdf.

MO, J., AU, D. W. T., GUO, J., WINKLER, C., KONG, R. Y. C., & SEEMANN, F. Benzo [a] pyrene osteotoxicity and the regulatory roles of genetic and epigenetic factors: A review. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**, 1-39. 2021.

RIVERA-CRUZ, M. C., TRUJILLO-NARCÍA, A., FERRERA-CERRATO, R., RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, R., VOLKE-SÁNCHEZ-GARCÍA, V. & FERNÁNDEZ-LINARES, L. Fitorremediación de suelos con Benzo(a) pireno mediante microorganismos autóctonos y pasto alemán *Echinochloa polystachya* (H. B. K.) Hitchc. **Universidad y Ciencia**, 22(1):1-12. 2006.

SCHREIBEROVÁ, M., VLASÁKOVÁ, L., VLČEK, O., ŠMEJDÍŘOVÁ, J., HORÁLEK, J., & BIESER, J. Benzo [a] pyrene in the ambient air in the Czech Republic: emission sources, current and long-term monitoring analysis and human exposure. **Atmosphere**, 11(9), 955. 2020.

SMITH, J. N., MEHINAGIC, D., NAG, S., CROWELL, S. R., & CORLEY, R. A. In vitro metabolism of benzo [a] pyrene-7, 8-dihydrodiol and dibenzo [def, p] chrysene-11, 12 diol in rodent and human hepatic microsomes. **Toxicology letters**, 269, 23-32. 2017.

TELLO, M. Características y particularidades de los benzopirenos. Interempresas. 2018. Recuperado de: <https://www.interempresas.net/Produccion-Aceite/Articulos/229774-Caracteristicas-y-particularidades-de-los-benzopirenos.html>.

TIRADO-ARREOLA, L. G., GONZÁLEZ-ARAGÓN, O. J., GARCÍA-GÓMEZ, R. S. & DURAN-DOMÍNGUEZ DE BARZUA, C. Hidrocarburos aromáticos policíclicos: una amenaza potencial para la salud. **Revista Latinoamericana el ambiente y las ciencias**, 1(1):50-69. 2010.

U. S. EPA (U. S. Environmental Protection Agency). **Toxicological review of Benzo [a] pyrene. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum.** 2017. Recuperado de: https://cfpub.epa.gov/ncea/iris/iris_documents/documents/toxreviews/0136tr.pdf.

VÁZQUEZ-GÓMEZ, G. RUBIO-LIGHTBOURN, J. & ESPINOSA-AGUIRRE, J. J. Mecanismos de acción del receptor de hidrocarburos arilos en el metabolismo del Benzo(a)pireno y el desarrollo de tumores. **TIP Rev.Esp.Cienc.Quím.Biol.** 19(1):54-67. 2016.

VOLKE-HALLER, V., FERNÁNDEZ-LINARES, L., SÁNCHEZ-GARCÍA, P., RODRÍGUEZ-VÁZQUEZ, R., TRUJILLO-NARCÍA, A., DEL C RIVERA-CRUZ, M., & FERRERA-CERRATO, R. Fitorremediación de suelos con Benzo (a) Pireno mediante microorganismos autóctonos y pasto alemán [*Echinochloa polystachya* (HBK) Hitchc.]. **Universidad y Ciencia**, 22(1), 1-12. 2006.

UTILIZAÇÃO DA ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*) EM DADINHOS DE MANDIOCA: UMA AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Data de submissão: 07/02/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Camila Duenias Gonçalves

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/5119011780370841>

Eduarda Lima Veríssimo

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/8418545736573899>

Fernando Fernandes Martins

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/1279762782537857>

Gustavo Aparecido Martins

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/9888299016023117>

Leonardo Bonventre Neto

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/1072794721660189>

Eveling Oliveira Bezerra

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/7522132753310467>

Danyelly Silva Amorim

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/7879387518668603>

Isabelly Silva Amorim

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/9428220441412728>

Cinthia Baú Betim Cazarin

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/5811479385170258>

Lilian Regina Barros Mariutti

Universidade Estadual de Campinas - SP
<http://lattes.cnpq.br/6002307807253104>

RESUMO: Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANC) recebem esta denominação por fazer parte da culinária tradicional de regiões específicas do Brasil, não sendo produzidas e consumidas em larga escala, apesar de seu potencial alimentício e teor de nutrientes. A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) é uma PANC que muitas vezes é considerada como uma praga, mas suas folhas são comestíveis e ricas em nutrientes e compostos bioativos. O objetivo deste trabalho foi desenvolver dadinhos de mandioca adicionados de farinha de ora-pro-nóbis e verificar suas características físico-químicas. As folhas de ora-pro-nóbis foram lavadas e sanitizadas com solução de cloro 0,5%, branqueadas (100 °C, 2 min), cortadas, secas até peso constante (40 °C, 22:30 h) e moídas, resultando na farinha de ora-pro-nóbis (F). Os dadinhos com adição de F (O) foram

elaborados com mandioca cozida (95,8%), sal refinado (1,2%), F (1%), cebola em pó (0,4%), alho em pó (0,6%), pimenta branca em pó (0,2 %) e óleo de girassol (1%). Uma formulação padrão (P) foi preparada sem a adição da farinha de ora-pro-nóbis. Os dadinhos foram assados em forno com circulação de ar a 200 °C por 15 min. Todas as formulações foram analisadas quanto a composição centesimal: umidade, cinzas, lipídios, proteínas e os carboidratos foram calculados por diferença. A adição da farinha de ora-pro-nóbis aumentou o teor de cinzas e de proteína da formulação, possivelmente devido ao fato desta apresentar elevado teor de cinzas e proteína. Por outro lado, observou-se redução do teor de carboidratos e do valor calórico devido à adição da PANC. Portanto, adicionar farinha de ora-pro-nóbis pode ser uma alternativa para obtenção de produtos mais nutritivos e incentivar o consumo de PANC.

PALAVRAS-CHAVE: Plantas alimentícias não convencionais; proteína vegetal; desenvolvimento de produto; inovação.

ORA-PRO-NÓBIS (*Pereskia aculeata*) IN CASSAVA DICE: A PHYSICOCHEMICAL EVALUATION

ABSTRACT: Unconventional Food Plants (PANC) receive this name because they are part of the traditional cuisine of specific regions of Brazil, not produced and consumed on a large scale, despite their nutritional potential and nutrient content. Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) is a PANC that is often considered a pest, but its leaves are edible and rich in nutrients and bioactive compounds. This work aimed to develop cassava dices with ora-pro-nóbis flour and verify their physicochemical characteristics. The ora-pro-nóbis leaves were washed and sanitized with a 0.5% chlorine solution, bleached (100 °C, 2 min), cut, dried to constant weight (40 °C, 22:30 h), and ground, resulting in ora-pro-nóbis flour (F). The dices with the addition of F (O) were prepared with cooked cassava (95.8%), refined salt (1.2%), F (1%), powdered onion (0.4%), powdered garlic (0.6%), white pepper powder (0.2%), and sunflower oil (1%). A standard formulation (P) was prepared without adding ora-pro-nóbis flour. The dices were baked in an oven with air circulation at 200 °C for 15 minutes. All formulations were analyzed for chemical composition: moisture, ash, lipids, proteins, and carbohydrates were calculated by difference. The addition of ora-pro-nóbis flour increased the ash and protein content of the formulation, possibly because it has a high ash and protein content. On the other hand, there was a reduction in carbohydrate content and caloric value due to the addition of PANC. Therefore, adding ora-pro-nóbis flour can be an alternative to obtain more nutritious products and encourage the consumption of PANC.

KEYWORDS: Unconventional food plants; vegetable protein; product development; innovation.

1 | INTRODUÇÃO

Com o intuito de resgatar hábitos alimentares saudáveis e cultivos sustentáveis, diversificados e de baixo impacto ambiental, tem-se incentivado o consumo das Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs). As PANCs recebem esta denominação por fazer parte da culinária tradicional e de estar presente em regiões específicas do Brasil, não sendo produzidas e consumidas em larga escala, apesar de seu potencial alimentício e teor

de nutrientes, compostos fitoquímicos e bioativos (KINUPP, 2009).

A elaboração de alimentos com a utilização de PANCs incentiva a busca por fontes alimentares alternativas e favorece a promoção de Segurança Alimentar e Nutricional. As PANCs se tornaram objeto de interesse, uma vez que corroboram para uma economia criativa, produção sustentável, visto que se trata em sua grande maioria de produções com grande resistência às adversidades climáticas e ambientais, além disso, podem ser utilizadas no combate à insegurança alimentar aproveitando ao máximo os recursos alimentares atualmente existentes, além de contribuir na ampliação e obtenção de produtos funcionais para o desenvolvimento econômico de comunidades locais, principalmente de pequenos produtores.

Entre as PANCs de interesse, tem-se a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), sobre a qual recentes estudos demonstraram potencial atrativo como candidata para aplicações em formulações de alimentos ou para extração de proteínas (AGOSTINI-COSTA, 2020; SILVA et al., 2021; LISE et al., 2021). As proteínas vegetais estão sendo crescentemente valorizadas uma vez que podem substituir proteínas de origem animal e devido a crescente busca por produtos substitutos à carne (*plant-based*).

Assim, dentre as propriedades de interesse da ora-pro-nóbis, destaca-se o alto teor proteico encontrado nas folhas (25% w/w) (SILVA et al., 2019). Além disso, a espécie foi considerada fonte de fibra alimentar total (3,73 g 100 g⁻¹), fonte de Mg (88,84 mg 100 g⁻¹), Cu (0.12 mg 100 g⁻¹) e K (689,41 mg 100 g⁻¹), e excelente fonte de provitamina A (221,61 RAE µg 100 g⁻¹), Ca (427.08 mg 100 g⁻¹), Mn (3.46 mg 100 g⁻¹), Fe (13.89 mg 100 g⁻¹) e Se (0.13 mg 100 g⁻¹) (BARREIRA et al, 2021). Suas folhas têm uma mucilagem (polissacarídeo) que permite sua aplicação como emulsificante e estabilizante na indústria alimentícia (SILVA et al., 2019), sendo utilizada como substituto de ovos, o que é especialmente interessante para consumidores com alergias ou restrições alimentares (por exemplo, veganos).

As folhas de ora-pro-nóbis apresentam um total de dez compostos fenólicos identificados, sendo dois ácidos fenólicos derivados do ácido cafeico e oito flavonoides oriundos dos glicosídeos de quercetina, kaempferol e isorhamnetina. O principal composto fenólico encontrado no extrato hidroetanólico foi o ácido cátfárico, correspondendo a 49% do conteúdo fenólico, seguido pela quercetina-3-*O*-rutinosídeo (14,99%) e a isorhamnetina-*O*-pentosídeo-*O*-rutinosídeo (9,56%) (GARCIA et al., 2019).

Devido às propriedades da ora-pro-nóbis, a planta tem ganhado espaço no mercado, inclusive está presente em formulações de diferentes segmentos da área de alimentos. A exemplo do uso de extratos de mucilagem das folhas e frutos de ora-pro-nóbis como agente estabilizante com uma mistura de carragenanas em diferentes concentrações para a produção de queijo Petit Suisse (SILVA et al., 2021). Nesse estudo os autores concluíram que as folhas e os frutos apresentaram boas interações com a mistura de carragenanas, indicando que o hidrocoloide presente na ora-pro-nóbis pode ser utilizado na elaboração de queijo Petit Suisse liofilizado.

A mucilagem foliar da ora-pro-nóbis foi também utilizada como emulsificante e substituto de gordura em mortadela processada (LISE et al., 2021). O emprego da mucilagem permitiu a substituição da pele de frango nas formulações, que é um emulsificante tradicionalmente aplicado em mortadelas, oferecendo a redução do teor global de gordura do produto. A formulação com 0,05% de mucilagem apresentou alta aceitação sensorial, demonstrando o grande potencial de utilização da mucilagem foliar de ora-pro-nóbis em produtos cárneos como ingrediente alimentício.

O efeito da ora-pro-nóbis em massas também foi avaliado por Sato et al. (2019), com formulações de macarrão enriquecidos com a adição de 10% e 20% de folhas secas de ora-pro-nóbis. A adição de folhas secas de ora-pro-nóbis aumentou significativamente o teor de fibra alimentar e cinzas, bem como cálcio e ferro, quando comparado a formulação padrão. Adicionalmente, a análise sensorial das massas revelou uma aceitação do produto de 80% pelos consumidores.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver um produto nutritivo, de fácil preparo, a partir da incorporação da farinha de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) na formulação de dadinhos de mandioca e verificar os efeitos da adição da ora-pro-nóbis sobre suas características físico-químicas.

1.1 Material e métodos

1.1.1 Elaboração da farinha de ora-pro-nóbis

As folhas de ora-pro-nóbis foram obtidas junto ao coletivo de mulheres agricultoras do pré-assentamento Elizabeth Teixeira, localizado na cidade de Limeira/SP. As folhas foram lavadas e sanitizadas com solução de cloro 0,5% e branqueadas (100 °C, 2 min). Em seguida, as folhas foram cortadas, dispostas em bandejas, secas até peso constante (40 °C, 22h30) e moídas, resultando na farinha de ora-pro-nóbis (F) (**Figura 1**).



Figura 1 - Preparo da farinha de ora-pro-nóbis

1.1.2 Elaboração dos dadinhos de mandioca com ora-pro-nóbis

As formulações com adição de farinha de ora-pro-nóbis (O) e a formulação padrão sem farinha de ora-pro-nóbis (P) foram elaborados conforme os percentuais apresentados na **Tabela 1**.

Ingredientes	Percentual (%)	
	P	O
Mandioca cozida	96,6	95,6
Farinha de ora-pro-nóbis	-	1
Sal refinado	1,2	1,2
Cebola desidratada	0,4	0,4
Alho desidratado	0,6	0,6
Pimenta branca desidratada	0,2	0,2
Óleo de girassol	1	1

Tabela 1 - Formulação dos dadinhos de ora-pro-nóbis

Inicialmente os ingredientes foram pesados e misturados até a obtenção de uma massa homogênea. Ao término dessa etapa, a massa foi moldada manualmente com posterior aspersão com óleo de girassol. Os dadinhos foram assados em forno com circulação de ar a 200 °C por 15 min (**Figura 2**).

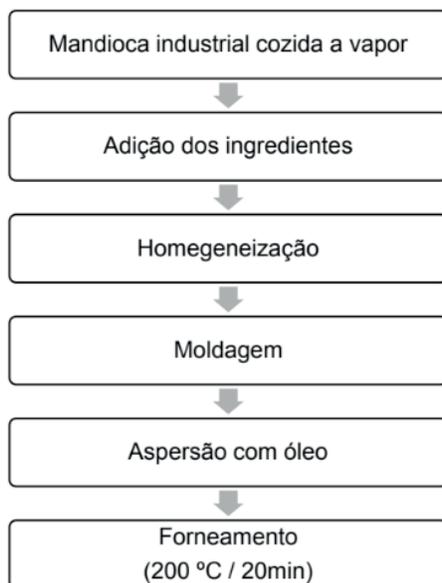


Figura 2 – Etapas para elaboração das formulações de dadinho de mandioca.

1.1.3 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas da farinha de ora-pro-nóbis e das formulações (**Figura 3**) foram realizadas de acordo com metodologias padronizadas e preconizadas pela *Association of Official Analytical Chemists – AOAC* (2019). A umidade foi determinada pesando-se 5 g da amostra em cadinho de porcelana previamente tarado. Em seguida, a amostra foi desidratada em estufa de circulação de ar a 105 °C, até peso constante. O teor de cinzas foi determinado por incineração da matéria orgânica presente na amostra, em forno mufla a 550 °C, até peso constante.

Os lipídeos foram quantificados a partir do método de Bligh & Dyer (1959). A determinação do teor de nitrogênio total foi realizada a partir do método de micro-Kjeldahl que é baseado em três etapas: digestão, destilação e titulação. Ao final das etapas o percentual de proteína foi quantificado considerando o fator de conversão igual a 5,75 utilizado para proteínas vegetais.

Os carboidratos foram determinados por diferença, subtraindo-se de 100% a soma dos demais nutrientes. O valor calórico foi avaliado de acordo com os padrões exigidos pela legislação vigente, por meio da instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro de 2020.

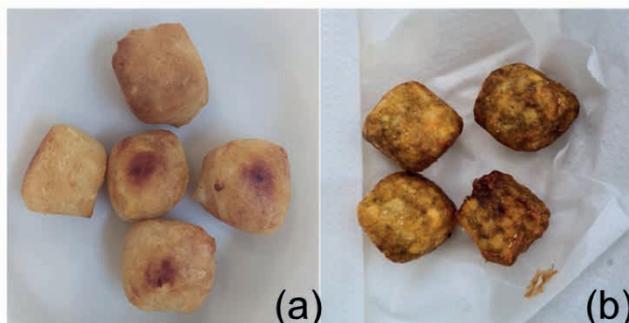


Figura 3 – Dadinho de mandioca: formulação padrão (a) e formulação com adição de farinha de ora-pro-nóbis (b).

1.1.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas entre si pelo teste t ao nível de 5% de significância, utilizando o pacote ExpDes.pt do software RStudio (version 4.0.2).

2 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características físico-químicas da farinha de ora-pro-nóbis estão apresentadas na **Tabela 2**. Podemos notar que a farinha preparada com as folhas de ora-pro-nóbis encontra-se dentro dos parâmetros estabelecidos no regulamento técnico RDC 272 (BRASIL, 2005), o

qual preconiza umidade máxima de 12%, para produtos de vegetais secos ou desidratados. Além disso, os demais constituintes estão de acordo com os resultados disponíveis na literatura.

Análises	F	Referência ¹	Referência ²
Umidade (%)	4,66 ± 0,11	6,53 ± 0,09	4,72 ± 0,22
Cinzas (%)	13,42 ± 0,24	18,07 ± 0,06	14,59 ± 0,06
Lipídeos (%)	9,32 ± 0,74	3,64 ± 0,41	5,53 ± 0,23
Proteínas (%)	17,16 ± 0,40	22,93 ± 3,02	16,14 ± 0,29
Carboidratos (%)	55,45 ± 0,88	36,18 ± 4,27	1,84 ± 0,44
Valor calórico (Kcal / 100g)	352,94 ± 0,80	269,16 ± 4,39	121,72 ± 3,47

1: ROCHA et al. (2009). 2: SOMMER; RIBEIRO; KAMINSKI (2022).

Tabela 2 - Composição físico-química da farinha de folhas de ora-pro-nóbis

A **Tabela 3** apresenta os resultados das análises físico-químicas da formulação padrão (P) e da amostra adicionada da farinha de ora-pro-nóbis (O). Os teores de umidade, cinzas, proteínas, carboidratos e valor calórico diferiram estatisticamente ($p < 0,05$) entre as formulações, sendo que os dadinhos adicionados de farinha de ora-pro-nóbis apresentaram maior valores de umidade, cinzas e proteína, e menor teor de carboidratos e valor calórico. A substituição da mandioca pela farinha de ora-pro-nóbis contribuiu com o aumento desses teores, explicando a diferença observada entre as amostras. Por outro lado, a adição de farinha de ora-pro-nóbis não aumentou os teores de lipídeos em comparação a formulação padrão.

Análises	P	O
Umidade (%)	47,16 ^b ± 0,87	51,39 ^a ± 0,95
Cinzas (%)	2,00 ^b ± 0,14	2,21 ^a ± 0,16
Lipídeos (%)	0,82 ^a ± 0,03	1,04 ^a ± 0,22
Proteínas (%)	0,86 ^b ± 0,10	1,20 ^a ± 0,09
Carboidratos (%)	49,16 ^a ± 0,91	44,16 ^b ± 0,92
Valor calórico (Kcal / 100g)	207,45 ^a ± 4,15	190,79 ^b ± 3,84

Tabela 3 - Composição físico-química das formulações de dadinho de mandioca sem e com adição de farinha de ora-pro-nóbis

A utilização da farinha de ora-pro-nóbis também proporcionou aumento nos valores de umidade e cinzas de bolos desenvolvidos por Rosa et al. (2020). Assim como nos dadinhos de mandioca os teores de lipídeos dos bolos não apresentaram diferença estatística em nenhum percentual de adição de folhas de ora-pro-nóbis (10, 20, 30 e 40%). Rosa et al. (2020) observaram uma diminuição de 14,3% no teor calórico total nas

formulações com a inclusão de 20 a 40% de folhas de ora-pro-nóbis, e concluíram que a partir de 10% de adição, há uma redução de cerca de 15% no valor calórico dos bolos. Estes resultados corroboram com os dados obtidos para a preparação dos dadinhos de adicionados de farinha de ora-pro-nóbis.

Ziegler et al. (2020) realizaram o enriquecimento nutricional de hambúrguer com farinhas de ora-pro-nóbis, o qual proporcionou alterações significativas no teor de umidade do produto. No hambúrguer preparado com 6% de farinha de ora-pro-nóbis houve um aumento de 25% no teor de proteína (14,70% amostra controle e 18,33% no hambúrguer com ora-pro-nóbis), resultados semelhantes aos obtidos nos dadinhos, decorrente do alto valor de proteínas encontrado na farinha de ora-pro-nóbis. O teor de gordura das formulações de hambúrguer não variou significativamente em função da concentração de farinha de ora-pro-nóbis adicionada. Por outro lado, foi observado um aumento de 35% no teor de cinzas no hambúrguer composto por 6% de farinha de ora-pro-nóbis, ao ser comparado com a formulação controle.

3 | CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que houve aumento no teor de cinzas e proteínas da formulação adicionada de farinha das folhas de ora-pro-nóbis, pois esta possui alto teor de cinzas e proteína. Por outro lado, observou-se redução de carboidratos e no valor calórico devido à adição da PANC, e não houve alteração no teor de lipídeos. Portanto, adicionar farinha de ora-pro-nóbis pode ser uma alternativa para obtenção de produtos mais nutritivos e incentivar o consumo Plantas Alimentícias Não-Convencionais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos também à FEA-Unicamp e aos egressos da disciplina TA023 – Desenvolvimento de Produtos e Processos do primeiro semestre de 2022 pela oportunidade de desenvolver esta pesquisa. Estendemos nossos agradecimentos a Pró-Reitoria de Graduação da Universidade Estadual de Campinas pelos auxílios financeiros para o Programa de Estágio Docente (PED) e Programa de Apoio Didático (PAD), e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo: 160877/2021-0)

REFERÊNCIAS

AGOSTINI-COSTA, T. da S. **Bioactive compounds and health benefits of Pereskioideae and Cactoideae: A review.** Food Chemistry, v. 327, 126961, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126961>.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Analytical Chemistry.** 21 ed. Washington: DC. 2019.

BARREIRA, T. F.; PAULA FILHO, G. X. de; PRIORE, S. E.; SANTOS, R. H. S.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M. **Nutrient content in ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.): unconventional vegetable of the Brazilian Atlantic Forest.** Food Science and Technology, v. 41, 2021. <https://doi.org/10.1590/fst.07920>

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian journal of Biochemistry and Physiology, v. 37, 1959.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa - IN nº 75, de 8 de outubro de 2020: Requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados.** Diário Oficial da União, 2020.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005: Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis.** Diário Oficial da União, 2005.

GARCIA, J. A. A.; CORRÊA, R. C. G.; BARROS, L.; PEREIRA, C.; ABREU, R. M. V.; ALVES, M. J.; CALHELHA, R. C.; BRACHT, A.; PERALTA, R. M.; FERREIRA, I. C. F. R. **Phytochemical profile and biological activities of "Ora-pro-nobis" leaves (*Pereskia aculeata* Miller), an underexploited superfood from the Brazilian Atlantic Forest.** Food Chemistry, v. 294, 2019. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.05.074>

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) No Brasil: Guia de Identificação, Aspectos Nutricionais e Receitas Ilustradas.** Jardim bot.; Nova Odessa, SP, 2021.

LISE, C. C.; MARQUES, C.; DA CUNHA, M. A. A.; MITTERER-DALTOÉ, M. L. **Alternative protein from *Pereskia aculeata* Miller leaf mucilage: technological potential as an emulsifier and fat replacement in processed mortadella meat.** European Food Research and Technology, v. 247, n. 4, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00217-020-03669-8>

ROCHA, D. R. DA C.; PEREIRA JÚNIOR, G. A.; PANTOJA, L.; VIEIRA, G. **Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado.** Alimentos e Nutrição Araraquara, v. 19, n. 4, p. 459–465, 2009.

ROSA, L.; QUEIROZ, C. R. A. DOS A.; MELO, C. M. T. **Fresh leaves of ora-pro-nóbis in cakes prepared from commercial pre-mixture.** Bioscience Journal, v. 36, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.14393/BJ-v36n2a2020-42319>

SATO, R.; CILLI, L. P. de L.; OLIVEIRA, B. E. de; MACIEL, V. B. V., VENTURINI, A. C.; YOSHIDA, C. M. P. **Nutritional improvement of pasta with *Pereskia aculeata* Miller: a non-conventional edible vegetable.** Food Science and Technology, v. 39, 2019. <https://doi.org/10.1590/fst.35617>

SILVA, S. H.; NEVES, I. C. O.; MEIRA, A. C. F. de O.; ALEXANDRE, A. C. S.; OLIVEIRA, N. L.; RESENDE, J. V. de. **Freeze-dried Petit Suisse cheese produced with ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) biopolymer and carrageenan mix.** LWT, v. 149, 111764, 2021. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111764>

SILVA, S.H.; NEVES, I. C. O.; OLIVEIRA, N. L.; OLIVEIRA, A. C. F.; LAGO, A. M. T.; GIAROLA, T. M. O.; RESENDE, J. V. **Extraction processes and characterization of the mucilage obtained from green fruits of *Pereskia aculeata* Miller.** Ind. Crops Prod., v. 140, n. 4, 111716, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111716>.

SOMMER, M. C.; RIBEIRO, P. F. DE A.; KAMINSKI, T. A. **Obtenção e caracterização físico-química da farinha de ora-pro-nóbis / Obtention and physicochemical characterization of ora-pro-nóbis flour**. Brazilian Journal of Health Review, v. 5, 2022. <https://doi.org/10.34119/bjhrv5n2-256>.

ZIEGLER, V.; UGALDE, M. L.; VEECK, I. de A.; BARBOSA, F. da F. **Nutritional enrichment of beef burgers by adding components of non-conventional food plants**. Brazilian Journal of Food Technology, v. 23, 2020. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.03019>

GAMA-ORIZANOL PREVINE ALTERAÇÕES MORFOLÓGICAS E FUNCIONAIS NOS RINS E CORAÇÃO DECORRENTES DO CONSUMO DE DIETA RICA EM AÇÚCAR E GORDURA

Data de submissão: 09/03/2023

Data de aceite: 03/04/2023

Bianca Pereira Lopes

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0003-0628-5636>

Juliana Silva Siqueira

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0003-3172-2199>
<http://lattes.cnpq.br/1794868129841404>

Taynara Aparecida Vieira

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0002-5312-0060>
<https://lattes.cnpq.br/4771537003259931>

Erika Tiemi Nakandakare-Maia

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0003-1253-001X>
<http://lattes.cnpq.br/6567215985816672>

Nubia Alves Grandini

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0002-1696-4993>
<http://lattes.cnpq.br/3782807894588977>

Thiago Luiz Novaga Palacio

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0001-9568-7156>
<http://lattes.cnpq.br/0878275422676659>

Fabiane Valentini Francisqueti-Ferron

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0003-2910-4308>
<http://lattes.cnpq.br/8974836677143731>

Guilherme Ribeiro Romualdo

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0001-5320-8380>
<http://lattes.cnpq.br/4212573248044200>

Jéssica Leite Garcia

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0002-3670-243X>
<http://lattes.cnpq.br/5838331889328689>

Camila Renata Corrêa

Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Medicina de Botucatu
Botucatu – SP
<https://orcid.org/0000-0001-8493-5329>
<http://lattes.cnpq.br/8515265257310064>

RESUMO: O consumo excessivo de alimentos ricos em açúcares e gorduras de baixo aporte nutricional e elevada densidade energética, acompanhado pelo sedentarismo, está relacionado ao desenvolvimento da obesidade. A obesidade é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal que pode prejudicar diversos órgãos, como o coração e os rins. A literatura demonstra que o γ -orizanol, principal componente do farelo de arroz, é uma possível estratégia preventiva na etiologia da obesidade e suas complicações. O objetivo foi investigar o efeito preventivo de γ -orizanol em dieta rica em açúcar e gordura sobre a função e morfologia do coração e rins de ratos obesos. Foram utilizados ratos *Wistar* machos (n=40), provenientes do Biotério Central da Universidade Estadual Paulista. Os animais foram distribuídos casualmente em quatro grupos para receber dieta padrão (DP) (n=10 animais), dieta padrão com γ -orizanol (DPG) (n=10 animais), dieta ocidental (DOF) (n=10 animais) e dieta ocidental com γ -orizanol (DOFG) (n=10 animais), durante 30 semanas (CEUA: 1150/2015). O γ -orizanol foi adicionado às dietas na concentração de 0,5%. Foram avaliados: ingestão calórica, peso corporal, índice de adiposidade, proteinúria, taxa de filtração glomerular e função e morfologia cardíaca por ecocardiograma. O coração e os rins foram submetidos a coloração para análises morfométricas e de colágeno. Os dados foram analisados por ANOVA *two way* com teste post hoc de Tukey ($p < 0,05$). Os animais que consumiram a DOF apresentaram obesidade, remodelamento cardíaco, disfunção cardíaca e renal, aumento na fibrose cardíaca e área glomerular em relação ao grupo que consumiu a DP. Em contrapartida, os animais DOFG apresentaram redução do índice de adiposidade, melhora das alterações cardíacas e renais, redução na fibrose cardíaca e área glomerular quando comparados ao grupo DOF. O γ -orizanol atenuou as alterações morfológicas e funcionais decorrentes do consumo de DO nos rins e coração de ratos.

PALAVRAS-CHAVE: Dieta ocidental, obesidade, γ -orizanol, morfologia cardíaca, morfologia renal.

GAMA-ORIZANOL PREVENTS MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN THE KIDNEYS AND HEART RESULTING FROM CONSUMPTION OF A DIET RICH IN SUGAR AND FAT

ABSTRACT: Excessive consumption of foods rich in sugars and fats with low nutritional support and high energy density, accompanied by a sedentary lifestyle, is related to the development of obesity. Obesity is characterized by excessive accumulation of body fat that can harm various organs, such as the heart and kidneys. The literature demonstrates that γ -oryzanol, the main component of rice bran, is a possible preventive strategy in the etiology of obesity and its complications. The objective was to investigate the preventive effect of γ -oryzanol in a diet rich in sugar and fat on the function and morphology of the heart and kidneys of obese rats. Male *Wistar* rats (n=40) from the Central Animal Facility of Universidade Estadual Paulista were used. The animals were randomly distributed into four groups to receive a standard diet (SD) (n=10 animals), a standard diet with γ -oryzanol (DPG) (n=10 animals), a western diet (DOF) (n=10 animals), and a western diet with γ -oryzanol (DOFG) (n=10 animals), for 30 weeks (CEUA: 1150/2015). γ -oryzanol was added to the diets at a concentration of 0.5%. The following were evaluated: caloric intake, body weight, adiposity index, proteinuria, glomerular filtration rate, cardiac function and remodeling by echocardiography. The heart and kidneys were stained for morphometric and collagen analyses. Comparison by two-way ANOVA with

Tukey's post hoc test ($p < 0.05$). The animals that consumed the DOF showed obesity, cardiac remodeling, cardiac and renal alterations, and an increase of cardiac fibrosis and glomerular area compared to the group that consumed the PD. On the other hand, the DOFG animals showed a reduction in the adiposity index, improvement in cardiac and renal alterations, and a reduction of cardiac fibrosis and glomerular area compared to the DOF group. γ -oryzanol attenuated the morphological and functional alterations resulting from DO consumption in the kidneys and hearts of rats.

KEYWORDS: Western diet, obesity, γ -oryzanol, heart morphology, kidney morphology.

1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, importantes mudanças sociais, econômicas e tecnológicas, resultantes do processo de globalização, impactaram no estilo de vida da população (POPKIN, 2015). No Brasil, essa mudança foi marcada por modificações demográficas, socioeconômicas e epidemiológicas (IBGE, [s.d.]) influenciando, assim, o hábito alimentar da população. Em decorrência desta transição nutricional, as refeições que antes eram ricas em alimentos *in natura* ou minimamente processados com maior qualidade nutricional e menor densidade energética, deram lugar ao consumo de alimentos predominantemente industrializados ricos em açúcares e gordura com pobre aporte nutricional e de alta densidade energética (MYLES, 2014). O balanço energético positivo, condição decorrente da dieta hipercalórica associada ao sedentarismo, promove o processo de hipertrofia e hiperplasia do tecido adiposo (TA), importantes na fisiopatologia da obesidade (LONGO *et al.*, 2019).

A obesidade, segundo a Organização Mundial da Saúde, é definida como acúmulo excessivo de gordura que pode trazer prejuízos à saúde dos indivíduos (WHO, 2000). A expansão excessiva do tecido adiposo contribui com a sua disfunção através de diferentes mecanismos diretos e indiretos que se associam ao desenvolvimento de doenças metabólicas crônicas, como resistência à insulina, diabetes tipo II, doenças cardiovasculares e síndrome metabólica (LONGO *et al.*, 2019). Uma vez que se relaciona a estágios iniciais de diversas outras doenças, é capaz de alcançar e comprometer diversos órgãos, como o coração e rins, órgãos fundamentais para a manutenção da homeostase do organismo e longevidade.

No coração, o cenário inflamatório crônico de baixo grau, o estresse oxidativo e a disfunção metabólica ocasionados pela obesidade corroboram para a indução do remodelamento e disfunção cardíaca (EBONG *et al.*, 2014). Nos rins, esse cenário contribui como fator de risco independente para o prejuízo renal, associando-se a alterações glomerulares, hemodinâmicas, bioquímicas, histológicas e funcionais que podem resultar no desenvolvimento de doenças renais crônicas (RAIMUNDO; LOPES, 2011).

Diante do exposto, é emergente a busca por compostos com propriedades preventivas e terapêuticas aplicáveis em condição de obesidade e comorbidades associadas. O Gama-

orizanol (γ -orizanol) é um composto vastamente presente no farelo de arroz, constituído de ésteres de ácido felúrico que conferem ação anti-inflamatória e antioxidante. Essas propriedades atribuem ação benéfica no tratamento de distúrbios associados à obesidade, como hiperlipidemia, diabetes tipo II e resistência à insulina (MINATEL, I. *et al.*, 2016; SCHEITHAUER *et al.*, 2020). Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar o efeito preventivo do γ -orizanol sobre a função e morfologia do coração e dos rins de ratos obesos.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Animal e modelo experimental

No presente estudo foram utilizados ratos *Wistar* machos ($n=40$), com 30 dias de idade, provenientes do Biotério da Universidade Estadual Paulista (UNESP). Os animais foram inicialmente distribuídos casualmente em quatro grupos para receberem dieta padrão (DP) ($n=10$ animais), dieta padrão suplementada com γ -orizanol (DPG) ($n=10$ animais), dieta ocidental + 25% de frutose na água, (DOF) ($n=10$ animais), dieta ocidental suplementada com γ -orizanol + 25% de frutose na água (DOFG) ($n=10$ animais), durante 30 semanas. As ofertas de ração e água foram *ad libitum*. O consumo das dietas e a ingestão de água foram monitorados diariamente. Para acompanhamento do desenvolvimento do animal, o peso corporal foi aferido semanalmente, sendo os ratos mantidos em gaiolas individuais, em ambiente com temperatura ($24\pm 2^\circ\text{C}$) e umidade controladas ($55\pm 5\%$) e ciclo claro-escuro (12-12hs). O protocolo de estudo foi aprovado pela Comissão de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Medicina de Botucatu, Universidade Estadual Paulista - UNESP, São Paulo, Brasil (CEUA: 1150/2015) e seguiu as recomendações do *Guide for the Care and Use of Experimental Animals* (OLFERT *et al.*, 1993). A distribuição de macronutrientes das dietas padrão e ocidental estão descritas na Tabela 1.

Componentes	Dietas	
	DP	DOF
Proteína (%)	20	16
Carboidrato (%)	60	70
Gordura (%)	4	14.6
% Energia de proteínas	22.85	13.45
% Energia de carboidratos	66.78	58.69
% Energia de gordura	10.37	27.8
Energia (kcal/g)	3,59	4,35

DOF: adição também de 25% de frutose na água.

Tabela 1. Composição de macronutrientes DP e DO.

2.2 Dose de γ -orizanol e período de tratamento

A concentração de 0,5% de γ -orizanol (Wako Chemical, Japão) acrescentada na dieta preventiva e o período de tratamento foi baseada no trabalho de Son e colaboradores (2011). Essa concentração também está baseada no consumo diário de arroz de um indivíduo adulto no Brasil, segundo dados da Pesquisa do Orçamento Familiar (POF) 2008-2209 (IBGE, [s.d.]).

2.3 Perfil Nutricional

O perfil nutricional foi avaliado de acordo com os seguintes parâmetros: ingestão calórica, peso corporal e índice de adiposidade. A ingestão calórica foi determinada pela multiplicação do valor energético de cada dieta (g \times Kcal) pelo consumo alimentar diário. Para os grupos DO, a ingestão calórica também incluiu calorias da água (0,25 \times 4 \times mL consumido). O peso corporal dos animais foi aferido semanalmente. O índice de adiposidade foi realizado pela fórmula: [(epididimal+retroperitonal+visceral)/peso corporal \times 100] (LUVIZOTTO *et al.*, 2013).

2.4 Avaliação da disfunção dos órgãos *in vivo*

2.4.1 Estrutura e função cardíaca

A avaliação ecocardiográfica Doppler foi realizada 2 dias antes da eutanásia por um examinador treinado. Os animais foram anestesiados intraperitonealmente com Ketamina (50 mg/kg) e Xilazina (1 mg/kg). Após tricotomia da região anterior do peito, os animais foram colocados delicadamente em decúbito lateral esquerdo para a análise. O equipamento usado foi o model Vivid S6 (General Electric Medical Systems, Israel) com transdutor ultrassônico multifrequencial de 5.0 a 11.5 MHz. Para as medidas estruturais do coração, as imagens foram obtidas em mode unidimensional (M-mode) guiadas por imagens bidimensionais com transdutor em posição paraesternal eixo curto. A avaliação do ventrículo esquerdo (VE) foi realizada pelo posicionamento do cursor M-mode logo abaixo do plano da valva mitral no nível dos músculos papilares. As imagens da aorta e do átrio esquerdo foram obtidas pelo posicionamento do cursor M-mode ao nível da valva aórtica. As seguintes estruturas foram utilizadas para analisar a morfologia cardíaca: espessura diastólica da parede posterior (EDPP); espessura diastólica do septo interventricular (EDSIV); espessura relativa do ventrículo esquerdo (ER). A função sistólica do ventrículo esquerdo foi avaliada a partir dos parâmetros: velocidade de encurtamento da parede posterior (VEPP) e fração de ejeção. A função diastólica do ventrículo esquerdo foi avaliada através da razão da onda E/E'(SAHN *et al.*, 1978).

2.4.2 Função renal

A urina foi coletada em gaiolas metabólicas 4 dias antes da eutanásia, durante 24h

(animais em caixas individuais) em tubos cônicos contendo 1mL do antioxidante hidróxido tolueno butilado (BHT 360mM) e aproximadamente 5mL destas alíquotas serão estocadas a - 80°C até a análise. Posteriormente, foram aferidas as concentrações de creatinina e proteínas totais por meio de kits comerciais colorimétricos (kits CELM®, Barueri, São Paulo, Brasil). Para avaliar a função renal foi considerada taxa de filtração glomerular (ANNA *et al.*, 2010).

2.5 Análises histológicas

As amostras de coração e rins foram fixadas em solução 10% de formalina tamponada (24h) e posteriormente embebidas em parafina para a obtenção de cortes histológicos. Para ambos os órgãos, foram obtidos cortes de 5 μ m que foram dispostos em lâminas histológicas normais. Os cortes passaram pelas etapas de desparafinização em estufa (60°C, overnight), seguido por três banhos de xilol (5 min./cada), hidratação por banhos em soluções de álcool graduadas (três vezes em álcool 100%, uma vez em álcool 90% e 70%, 5 min./cada) e, enfim, corados por solução de hematoxilina e eosina (HE) ou sirius red (SR) e montadas com laminula e resina para obtenção de fotos representativas.

2.5.1 Morfometria de glomérulos dos rins

As lâminas de rins coradas com HE foram destinadas à análise morfométrica de glomérulos (Kamiya *et al.*, 2019). Para tanto, a área de 50 glomérulos selecionados em campos randomicamente adquiridos em microscópio de luz foi medida (1 secção/animal).

2.5.2 Análise de fibrose no coração

As lâminas de coração coradas por SR foram destinadas à análise da área de colágeno intersticial e perivascular (Wang *et al.*, 2015). Para tanto, foram obtidos 10 campos aleatórios (objetiva de 20 \times) em cada secção (1 secção/animal), e foi calculada a área do campo histológico ocupada (%) por colágeno. Também foi utilizado o software Leica Qwin V3 (Leica Biosystems, EUA).

2.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o *software* SigmaStat versão 2.0 (JandelScientific Software, San Rafael, CA, USA). Os dados paramétricos foram apresentados como média \pm desvio padrão e as comparações entre os grupos foram realizadas por análise de variância paramétrica (ANOVA) *Two way* e complementados com o teste post-hoc de Tukey. As diferenças foram consideradas significantes quando $p < 5\%$.

3 | RESULTADOS

3.1 Nutricional

A tabela 2 apresenta os parâmetros nutricionais avaliados, sendo estes a ingestão alimentar, hídrica e calórica, o peso final e o índice de adiposidade entre os grupos estudados. Os animais do grupo DOF apresentaram valores elevados em todos os parâmetros quando comparados ao grupo DP. Já o grupo DOFG apresentou ingestão alimentar, hídrica e índice de adiposidade superiores ao grupo DPG. Contudo, ao comparar os dois grupos que receberam a DO, nota-se inferioridade em todos os parâmetros nutricionais do grupo suplementado com o γ -orizanol, exceto a ingestão hídrica.

	Grupos			
	DP	DPG	DOF	DOFG
Ingestão alimentar (g/dia)	23,6±2,1	24,7±1,7	12,8±1,9*	9,9±1,5 ^{#&}
Ingestão hídrica (ml/dia)	34,0±4,6	34,3±6,2	42,8±2,6*	41,8±5,4 [#]
Ingestão calórica (kcal/dia)	85±7,5	88,8±6,3	96,7±8,84*	85,2±8,1 ^{&}
Peso Final (g)	464±28,8	471±38,1	544±55,0*	467±64,3 ^{&}
Índice de Adiposidade (%)	4,53±1,01	4,12±0,68	7,67±1,19*	5,41±0,65 ^{#&}

Dados apresentados em média \pm desvio padrão ($n=10$ animais/grupo). Comparação por ANOVA de duas vias com post hoc de Tukey ($p<0,05$): * vs. DP; & vs. DOF; # vs. DPG. DP: dieta padrão; DPG: dieta padrão + γ -orizanol; DOF: dieta ocidental; DOFG: dieta ocidental + γ -orizanol.

Tabela 2 - Perfil nutricional ao final do protocolo experimental.

3.2 Parâmetros morfofuncionais cardíacos

A figura 1 demonstra os parâmetros morfofuncionais apresentados pelo ecocardiograma. O grupo DOF apresentou remodelamento cardíaco caracterizado por alterações nas variáveis morfológicas (EDPP, EDSIV, Esp. relativa) e disfunção sistólica e diastólica (VEPP, FE e E/E'). Em contrapartida, o γ -orizanol foi eficaz em prevenir o remodelamento e as alterações sistólicas e diastólicas no grupo DOFG.

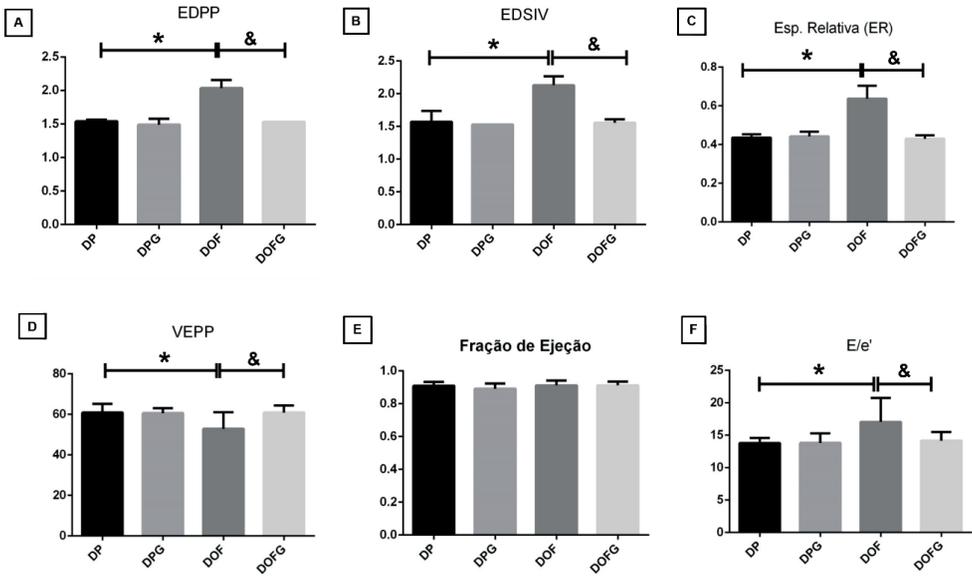


Figura 1. Parâmetros morfofuncionais apresentados pelo ecocardiograma. A- EDPP (espessura diastólica da parede posterior); B- EDSIV (espessura diastólica do septo-interventricular); C- Esp. Relativa ER (Espessura Relativa do ventrículo esquerdo); D- VEPP (velocidade de encurtamento da parede posterior); E- FE (fração de ejeção); F- E/e' (razão entre a velocidade diastólica precoce E do fluxo mitral e a velocidade diastólica precoce E' do anel mitral). Dados apresentados como média \pm desvio padrão ($n=10$ animais/grupo). Comparação por ANOVA *Two Way* com post-hoc de Tukey ($p<0.05$). DP: dieta padrão; DPG: dieta padrão + γ -orizanol; DOF: dieta ocidental; DOFG: dieta ocidental + γ -orizanol.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.3 Parâmetros da função renal

A figura 2 demonstra os parâmetros da função renal. O grupo DOF desenvolveu doença renal quando comparado ao grupo DP, caracterizado por aumento da relação proteína/creatinina e redução da taxa de filtração glomerular. Além disso, os animais que receberam DO acrescido de γ -orizanol (DOFG) apresentaram valores reduzidos de proteinúria, além de melhora da função renal em relação ao grupo DOF.

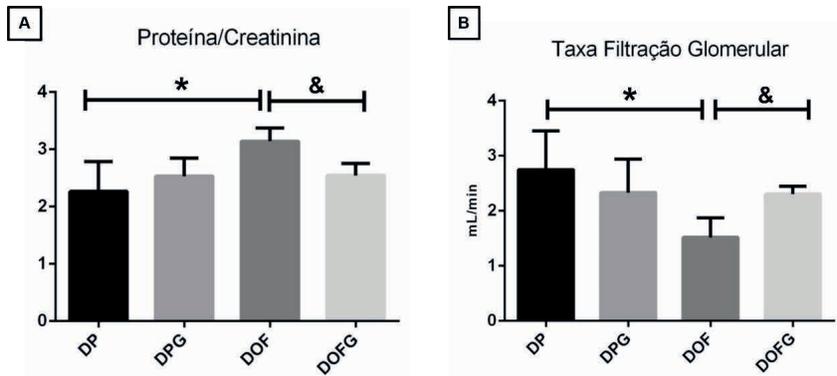


Figura 2. Parâmetros da função renal. A- razão proteína/creatinina; B- Taxa de filtração glomerular (mL/min). Dados expressos em média \pm desvio padrão. Comparação por ANOVA *Two Way* com post-hoc de Tukey ($p < 0.05$). DP: dieta padrão; DPG: dieta padrão + γ -orizanol; DOF: dieta ocidental; DOFG: dieta ocidental + γ -orizanol.

Fonte: Dados da pesquisa.

3.4 Análises histológicas

A figura 3 demonstra as análises histológicas das fibras colágenas intersticiais do coração, que representa a fibrose cardíaca decorrente da ingestão de dieta rica em açúcar e gordura. Visualmente, o grupo DOF apresentou maior deposição de fibras colágenas em relação ao grupo DP e o grupo DOFG apresentou uma redução quando comparado ao grupo DOF.

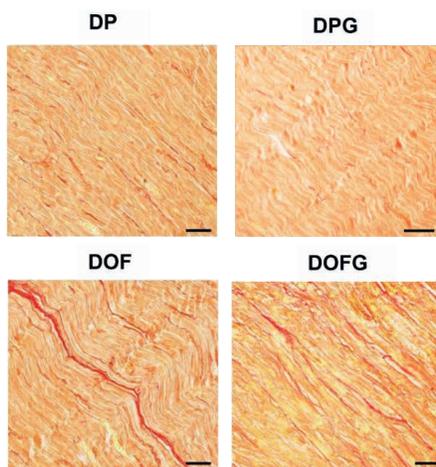


Figura 3 - Análises histológicas das fibras colágenas intersticiais cardíacas. Seções coradas com Sirius red (coração) dos glomérulos dos diferentes grupos experimentais. Barra de escala: 50 μ m. DP: dieta padrão; DPG: dieta padrão + γ -orizanol; DOF: dieta ocidental; DOFG: dieta ocidental + γ -orizanol.

Fonte: Dados da pesquisa.

A figura 4 apresenta as análises histológicas do rim. É possível visualizar que o grupo DOF mostrou maior tamanho glomerular em relação aos demais grupos. Ainda, o grupo DOFG mostrou menor tamanho glomerular em comparação ao grupo DOF.

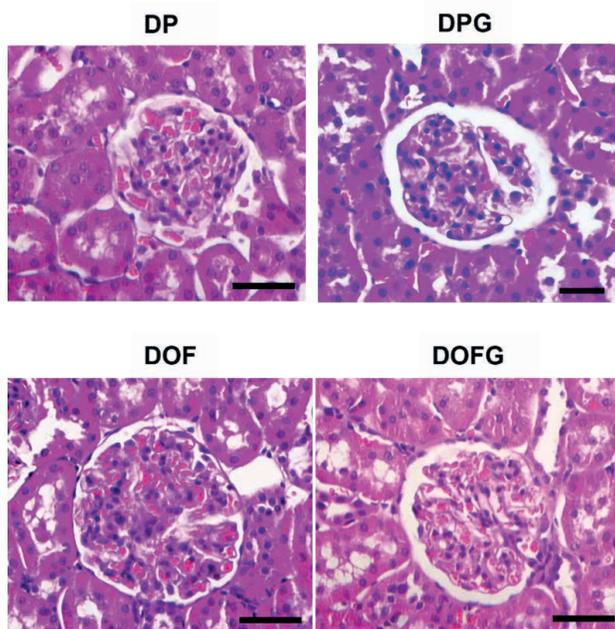


Figura 4 - Fotos representativas de seções coradas com HE (rim) dos glomerúlos dos diferentes grupos experimentais. Barra de escala: 25 μ m. DP: dieta padrão; DPG: dieta padrão + γ -orizanol; DOF: dieta ocidental; DOFG: dieta ocidental + γ -orizanol.

Fonte: Dados da pesquisa.

O objetivo deste estudo foi investigar o efeito preventivo do γ -orizanol sobre a função e morfologia do coração e dos rins de ratos obesos. A dieta fornecida aos grupos DO visou mimetizar a transição nutricional e suas complicações associadas. Uma vez que a expansão não adequada do tecido adiposo, principalmente devido aos mecanismos celulares de hipertrofia e hiperplasia decorrentes do balanço energético positivo resulta em efeitos metabólicos deletérios, nossos dados corroboram com a literatura, uma vez que os animais apresentaram que consumiram a dieta DO apresentaram maior peso final, obesidade, remodelamento e fibrose cardíaca além de disfunção no coração e rins com aumento da área glomerular ao final de 30 semanas em relação ao grupo DP (LONGO *et al.*, 2019).

O excesso de macronutrientes provenientes da dieta contribui com a geração da resposta inflamatória e recrutamento macrófagico que, associado ao estresse oxidativo comprometem o metabolismo energético no tecido cardíaco. O desacoplamento da fosforilação oxidativa e inibição da adenosinatrifosfatase (ATP-ase) contribuem com o

remodelamento e disfunção cardíaca sistólica e diastólica através da alteração na função dos canais de cálcio, estímulo do sistema β -adrenérgico e ativação de fibroblastos e consequente formação de fibrose(DUTKA *et al.*, 2020; TURER *et al.*, 2012). Nos rins, o cenário RedOx/Inflamatório presente na obesidade torna-se fator de risco para o desenvolvimento de doenças renais(ZHANG; LERMAN, 2017). As complicações metabólicas da obesidade, como resistência insulínica, podem induzir uma hiperfiltração glomerular, além de disfunção endotelial e aumento da permeabilidade vascular renal(RAIMUNDO; LOPES, 2011).

Em contrapartida, os animais que consumiram a dieta ocidental suplementados com γ -orizanol (DOG) demonstraram melhora da obesidade e dos parâmetros morfofuncionais do coração e rins. A busca por estratégias preventivas naturais de fácil implementação na rotina alimentar é alvo de pesquisas, uma vez que demonstram resultados promissores frente à obesidade e seus desfechos metabólicos(TEODORO, 2019).

O γ -orizanol, exerce um amplo espectro de atividades biológicas. Sua composição de ésteres de ácido ferúlico e fitoesteróis conferem atividade antioxidante e anti-inflamatória. Além disso, o composto é frequentemente utilizado como redutor de colesterol, anticancerígeno e antidiabético frente a diferentes contextos metabólicos (MINATEL, I. *et al.*, 2016; OHARA *et al.*, 2009; SON *et al.*, 2011; WANG, O. *et al.*, 2015). Trabalhos publicados por nosso grupo de pesquisa observaram melhora na função cardíaca e renal nos animais do grupo DOG, atribuindo o efeito antioxidante e anti-inflamatório do composto como principais responsáveis por essa proteção em ambos os tecidos(FRANCISQUETI, F. V. *et al.*, 2018; GARCIA, J. L. *et al.*, 2022; SIQUEIRA *et al.*, 2021).

Uma vez que o estado pró-inflamatório e oxidante causam alterações estruturais e funcionais do tecido cardíaco e renal, a redução na peroxidação lipídica e consequente lipotoxicidade e atenuação na quantidade de citocinas pró-inflamatórias são os principais mecanismos associados à melhora desses parâmetros(FRANCISQUETI, F. *et al.*, 2017; FRANCISQUETI, F. V. *et al.*, 2018; GARCIA, J. L. *et al.*, 2022).

4 | CONCLUSÃO

O gama-orizanol demonstrou ação positiva sobre o remodelamento cardíaco e morfometria dos glomérulos renais e alterações funcionais no tecido cardíaco e renal de ratos obesos alimentados com dieta ocidental.

APOIO

Fapesp 2022/06252-0

REFERÊNCIAS

(WHO), W. H. O. **OBESITY: PREVENTING AND MANAGING THE GLOBAL EPIDEMIC: REPORT OF A WHO CONSULTATION.** In: **WORLD HEALTH ORGANIZATION**, D. & S. S. (Org.). WHO Technical Report Series. GENEVA, SWITZERLAND: [s.n.], 2000, p. 1–253.

ANNA, V. O. *et al.* **New trends in the laboratory diagnostics of proteinuria and albuminuria.** *Orvosi Hetilap*, 2010. v. 151, n. 21, p. 864–869.

DUTKA, M. *et al.* **Various aspects of inflammation in heart failure.** *Heart Failure Reviews*, 9 maio. 2020. v. 25, n. 3, p. 537–548. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10741-019-09875-1>>.

EBONG, I. A. *et al.* **Mechanisms of heart failure in obesity.** *Obesity Research & Clinical Practice*, nov. 2014. v. 8, n. 6, p. e540–e548. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1871403X1300224X>>.

FRANCISQUETI, F. *et al.* **Effect of Gamma-Oryzanol as Therapeutic Agent to Prevent Cardiorenal Metabolic Syndrome in Animals Submitted to High Sugar-Fat Diet.** *Nutrients*, 29 nov. 2017. v. 9, n. 12, p. 1299. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2072-6643/9/12/1299>>.

FRANCISQUETI, F. V. *et al.* **Gamma Oryzanol Treats Obesity-Induced Kidney Injuries by Modulating the Adiponectin Receptor 2 / PPAR- α Axis.** *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018. v. 2018, p. 1–9.

GARCIA, J. L. *et al.* **Rice (*Oryza sativa* L.) bran preserves cardiac function by modulating pro-inflammatory cytokines and redox state in the myocardium from obese rats.** *European Journal of Nutrition*, 12 mar. 2022. v. 61, n. 2, p. 901–913. Disponível em: <<https://link.springer.com/10.1007/s00394-021-02691-0>>.

IBGE, I. B. De G. A E E.-. *Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009 Análise do Consumo Alimentar Pessoal no Brasil.* [s.d.].

LONGO, M. *et al.* **Adipose Tissue Dysfunction as Determinant of Obesity-Associated Metabolic Complications.** *International Journal of Molecular Sciences*, 13 maio. 2019. v. 20, n. 9, p. 2358. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/1422-0067/20/9/2358>>.

LUVIZOTTO, R. D. A. M. *et al.* **Lycopene supplementation modulates plasma concentrations and epididymal adipose tissue mRNA of leptin, resistin and IL-6 in diet-induced obese rats.** *The British journal of nutrition*, 2013. v. 110, n. 10, p. 1803–9.

MINATEL, I. *et al.* **Antioxidant Activity of γ -Oryzanol: A Complex Network of Interactions.** *International Journal of Molecular Sciences*, 9 ago. 2016. v. 17, n. 8, p. 1107. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/1422-0067/17/8/1107>>.

MYLES, I. A. **Fast food fever: reviewing the impacts of the Western diet on immunity.** *Nutrition Journal*, 17 dez. 2014. v. 13, n. 1, p. 61. Disponível em: <<http://nutritionj.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2891-13-61>>.

OHARA, K. *et al.* **The effects of hydroxycinnamic acid derivatives on adiponectin secretion.** *Phytomedicine*, mar. 2009. v. 16, n. 2–3, p. 130–137.

OLFERT, D. E. D. *et al.* **Guide to the Care and Use of Experimental Animals.** Canadian Council on Animal Care Conseil canadien de protection des animaux, 1993. v. Volume 1,.

POPKIN, B. M. **Nutrition Transition and the Global Diabetes Epidemic**. Current Diabetes Reports, set. 2015. v. 15, n. 9, p. 64.

RAIMUNDO, M.; LOPES, J. A. **Metabolic Syndrome, Chronic Kidney Disease, and Cardiovascular Disease: A Dynamic and Life-Threatening Triad**. Cardiology Research and Practice, 2011. v. 2011, p. 1–16. Disponível em: <<http://www.hindawi.com/journals/crp/2011/747861/>>.

SAHN, D. J. *et al.* **Recommendations regarding quantitation in M-mode echocardiography: Results of a survey of echocardiographic measurements**. Circulation, 1978. v. 58, n. 6, p. 1072–1083.

SCHEITHAUER, T. P. M. *et al.* **Gut Microbiota as a Trigger for Metabolic Inflammation in Obesity and Type 2 Diabetes**. Frontiers in Immunology, 16 out. 2020. v. 11. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fimmu.2020.571731/full>>.

SIQUEIRA, J. S. *et al.* **Rice bran modulates renal disease risk factors in animals submitted to high sugar-fat diet**. Brazilian Journal of Nephrology, jun. 2021. v. 43, n. 2, p. 156–164. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-28002021000200156&lng=en>.

SON, M. J. *et al.* **Effect of Oryzanol and Ferulic Acid on the Glucose Metabolism of Mice Fed with a High-Fat Diet**. Journal of Food Science, jan. 2011. v. 76, n. 1, p. H7–H10. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1750-3841.2010.01907.x>>.

TEODORO, A. J. **Bioactive Compounds of Food: Their Role in the Prevention and Treatment of Diseases**. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 11 mar. 2019. v. 2019, p. 1–4. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/omcl/2019/3765986/>>.

TURER, A. T. *et al.* **Adipose tissue biology and cardiomyopathy: translational implications**. Circulation research, 7 dez. 2012. v. 111, n. 12, p. 1565–77. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23223931>>.

WANG, O. *et al.* **Effects of Ferulic Acid and γ -Oryzanol on High-Fat and High-Fructose Diet-Induced Metabolic Syndrome in Rats**. PLOS ONE, 3 fev. 2015. v. 10, n. 2, p. e0118135. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0118135>>.

ZHANG, X.; LERMAN, L. O. **The metabolic syndrome and chronic kidney disease**. Translational Research, maio. 2017. v. 183, p. 14–25. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1931524416304248>>.

LUIS HENRIQUE ALMEIDA CASTRO - Possui graduação em nutrição pela Universidade Federal da Grande Dourados concluída em 2017 com a monografia “*Analysis in vitro and acute toxicity of oil of Pachira aquatica Aublet*”. Ainda em sua graduação, no ano de 2013, entrou para o Grupo de Pesquisa Biologia Aplicada à Saúde sendo um de seus membros mais antigos em atividade realizando projetos de ensino, pesquisa e extensão universitária desde então. Em 2018 entrou no Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal da Grande Dourados com o projeto de pesquisa: “Avaliação da Toxicidade Reprodutiva Pré-clínica do Óleo da Polpa de Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)” no qual, após um ano e seis meses de Academia, obteve progressão direta de nível para o Curso de Doutorado considerando seu rendimento acadêmico e mérito científico de suas publicações nacionais e internacionais; além disso, exerce no mesmo Programa o cargo eletivo (2018-2020) de Representante Discente. Em 2019 ingressou também no Curso de Especialização em Nutrição Clínica e Esportiva pela Faculdade Venda Nova do Imigrante. Atua desde 2018 enquanto bolsista de Pós-Graduação pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) desenvolvendo pesquisas em duas principais linhas de atuação: nutrição experimental, na qual desenvolve estudos farmacológicos e ensaios de toxicidade com espécies vegetais de interesse para a população humana; e, nutrição esportiva, no tocante à suplementação alimentar, metabolismo energético, fisiologia do exercício e bioquímica nutricional. Atualmente é revisor científico dos periódicos *Journal of Nutrition and Health Sciences*, *Journal of Human Nutrition and Food Science* e do *Journal of Medicinal Food*. É ainda membro do Corpo Editorial do *Journal of Human Physiology* e membro do Conselho Técnico Científico da própria Atena Editora.

A

Agência Nacional de Vigilância Sanitária 51, 53, 57, 73, 115, 119, 121, 205
Alzheimer 124, 125, 126, 127, 128, 129, 132, 133, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 158
Amêndoa 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48
Análise sensorial 17, 19, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 200
Aproveitamento integral dos alimentos 17, 18, 19
Atividade antioxidante 25, 130, 131, 132, 217
Atividade física 54, 55, 56, 57, 109, 111, 112, 121, 122, 129, 141

B

Babaçu 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49
Barra nutricional 28, 30, 31
Benzo(a)pireno 187, 192, 195, 196
Boas práticas de manipulação de alimentos 74

C

Cachaça 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164
Cobre 151, 154, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164
Controle glicêmico 59, 60, 61, 62, 64, 65
Creatina 52, 54, 55, 56, 57, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123
Cuproenzimas 158

D

Depressão 122, 124, 126, 127, 130, 134, 137, 138
Desempenho físico 50, 51, 54, 56, 111, 112, 113, 114, 118, 121, 122, 123
Diabetes mellitus 19, 59, 60, 61, 62, 64, 65, 104, 137, 143, 148, 149
Dieta enteral 59, 61
Doença de Parkinson 54, 124, 126, 128
Doenças crônicas não transmissíveis 87, 102, 103, 104, 108, 109, 110
Doenças neurodegenerativas 2, 19, 54, 124, 125, 126, 130, 132, 134, 135, 136, 137, 138, 158

E

Educação alimentar e nutricional 75, 92, 95, 98
Ensino médio 75, 77, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 87, 91, 92, 94

F

Farmacologia 41, 42, 149, 150

G

Gama-orizanol 207, 208, 209, 217

H

Higiene 15, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74

Hipertensão arterial 92, 102, 104, 108

J

Jogos experimentais 75, 92

M

Manejo de resíduos 1, 5, 11, 12, 15, 16

Manipulação de alimentos 74

N

Neuroplasticidade 140, 142, 143, 147

Nutricionista 9, 13, 28, 61, 75, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 120, 121, 122

O

Obesidade 19, 28, 60, 76, 88, 89, 92, 95, 102, 104, 105, 108, 109, 110, 129, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 146, 147, 208, 209, 210, 216, 217

R

Resíduos sólidos 1, 2, 3, 4, 5, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16

Restaurante 5, 10, 12, 14, 15, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108

S

Self-service 103

Sementes 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 133

Suplementos nutricionais 50, 119, 120, 122

V

Volumetria 151, 158, 159

W

Whey protein 52, 54, 55, 56, 57

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

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

4


Ano 2023

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

SEGURANÇA ALIMENTAR E NUTRICIONAL

4


Ano 2023