

REVISTA
perspectiva

Publicação da URI - Universidade Regional
Integrada do Alto Uruguai e das Missões

CONSELHO EDITORIAL

Dr^a. Adriana Troczinski Storti (IFRS Erechim/RS), Erechim, RS, Brasil
Dr^a. Angela Marx (Instituto Brasileiro de Controle do Câncer),
São Paulo, SP, Brasil

Dr. Arnaldo Nogaró (URI Erechim/RS), Erechim, RS, Brasil

Dr. Cláudio Dariva (UNIT Aracaju/SE), Aracaju, SE, Brasil

Dr^a. Elcemina Lúcia Balvedi Pagliosa (URI Erechim/RS),
Erechim, RS, Brasil

Dr^a. Elisabete Maria Zanin (URI Erechim/RS), Erechim, RS, Brasil

Dr. Fabiano Tadeu Grazioli (URI Erechim/RS - Colégio Franciscano
São José, Erechim/RS), Erechim, RS, Brasil

Dr^a. Giana Lisa Zanardo Sartori (URI Erechim/RS),
Erechim, RS, Brasil

Dr^a. Helena Confortin (URI Erechim/RS), Erechim, RS, Brasil

Dr. Jaime José Zitzkoski (UFRGS - Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr. João Hilton Sayeg Siqueira (PUC-SP - São Paulo/SP),
São Paulo, SP, Brasil

Dr. José Vladimir de Oliveira (UFSC/Florianópolis/SC),
Florianópolis, SC, Brasil

Dr^a. Joseline Molozzi (UEPB/Campina Grande/PB),
Campina Grande, PB, Brasil

Dr^a. Luciana Dornelles Venquiariuto (URI Erechim/RS),
Erechim, RS, Brasil

Dr. Luiz Ubiratan Hepp (UFMS/Três Lagoas/MS), Três Lagoas, MS,
Brasil

Dr. Marcelo de Carvalho Borba (UNESP - Rio Claro/SP),
Rio Claro, SP, Brasil

Dr^a. Maria Inês Ghilardi Lucena (PUCCamp/Campinas/SP),
Campinas, SP, Brasil

Dr^a. Miriam Salette Wilk Wisniewski (URI Erechim/RS),
Erechim, RS, Brasil

Dr^a. Nilce Fátima Scheffer (UFFS/Chapecó/SC), Chapecó, SC, Brasil

Dr^a. Regina Khorasch (PUCRS - Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Sibebe Berenice Castellã Pergher (UFRN - Natal/RN),
Natal, RN, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

Dr^a. Solange Medina Ketzner (PUC/RS Porto Alegre/RS),
Porto Alegre, RS, Brasil

EDITOR

Dr^a. Rozane Maria Restello (URI Erechim/RS), Erechim, RS, Brasil

DIAGRAMAÇÃO

Darcy Rudimar Varella

REVISÃO

Elcemina Lúcia Balvedi Pagliosa

Paulo Antonio Molossi

SECRETARIA

Tatiana Fossato

DISTRIBUIÇÃO

Biblioteca Central - URI Erechim

ASSINATURAS E ENVIO DE ARTIGOS

URI Erechim

Revista Perspectiva

Av. Sete de Setembro, 1621 | 99709-910 Erechim - RS

Fone: (54) 3520-9000

E-mail: revistaperspectiva@uricer.edu.br

<http://ojs.uricer.edu.br/ojs/index.php/perspectiva>

Periodicidade: trimestral

Assinatura Anual: R\$ 70,00

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	5
Jamile Zeni Ivisson de Souza Tasso	
AVALIAÇÃO DO PÓ DA POLPA DE ACEROLA OBTIDO POR SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA	7
Maisa Dias Cavalcante - Maria Aparecida Mauro	
EFEITOS DA INGESTÃO DA YACON (SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS) NA RESPOSTA METABÓLICA DE INDIVÍDUOS PORTADORES DE DIABETES MELLITUS: UMA REVISÃO DA LITERATURA	17
Raissa de Oliveira Balthar - Carlos Eduardo de Faria Cardoso - Elisa Barros dos Santos - Juliana Furtado Dias	
ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS NA PRODUÇÃO DE SUCO DE LARANJA INTEGRAL PASTEURIZADO COM E SEM A INCORPORAÇÃO DA FASE AGRÍCOLA	35
Amanda Freitas Lima de Almeida - Laura Helena Telmo Rios - Ilana Racowski	
FUBÁ EXTRUSADO DE MILHO ENRIQUECIDO COM CONCENTRADO PROTEICO DE TILÁPIA	49
Sabrina Campos Sbaraini - Melina Franco Coradini - Gislaine Gonçalves Oliveira - Ghiovani Zanzotti Raniero - Sabrina Martins dos Santos - Rafaela Dorne Bronzi - Marcos Antonio Matiucci - Gabriela Hernandes Granzoto - Angélica de Souza Khatlab - Eliane Gasparino - Matheus Pereira Meyer - Maria Luiza Rodrigues de Souza	
POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DO CAJU (Anacardium occidentale L.) NA PRODUÇÃO DE PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS: UMA REVISÃO	61
Samira Lopes de Almeida - Alesandro Silva Ferreira - Kesley Pessoa de Sousa - Francisco Glauber Peixoto Ferreira - Daniel Freire de Sousa - Juliana Jales de Hollanda Celestino	
PROPRIEDADES DO FERMENTADO KEFIR DE ÁGUA EM DIFERENTES SUBSTRATOS ALIMENTARES	69
Cinthia Elizabeth Fuentes-Jaime - Geovanna Godoy Ramos - Renata Aparecida Soriano Sancho	
Política Editorial	85

PERSPECTIVA / Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. – V.1, n.1, 1975 – Erechim/RS: EdiFAPES, v. 46, n. 6, Edição Especial - I TECALI, Dezembro 2022.

Trimestral
Suspensa no ano de 1988.
ISSN 2178-5937

1. Ciências Exatas e da Terra. 2. Ciências Agrárias. I. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim

CDU: 501

63

Catálogo na fonte: bibliotecária Sandra M. Milbrath CRB 10/1278

Revista Indexada em: GeoDados, site: <http://geodados.pg.utfpr.edu.br>

Latindex: <http://www.latindex.unam.mx/>

Disponível on-line: ISSN 2178-5937

Site: <http://ojs.uricer.edu.br/ojs/index.php/perspectiva>



EDIFAPES

Livraria e Editora

Av. Sete de Setembro, 1621 - CEP 99709-910 - Erechim - RS

Fone: (54) 3520-9000

edifapes@uricer.edu.br / www.uricer.edu.br

Apresentação da Edição Especial da Revista Perspectiva - I Simpósio Online Sulamericano de Tecnologia, Engenharia e Ciência de Alimentos (I TECALI)

O Simpósio Online Sulamericano de Tecnologia, Engenharia e Ciência de Alimentos foi organizado por docentes e discentes das universidades UFLA, UFRRJ, UFRPE, UESB, UFPEL, UNIRIO, UNIFAL, USP, FURG, UFVJM, UFSC, IFSMG, UNICAMP, URI, UF-TPR, UFPR, UFFS E UREGS e por diversos apoiadores, visando a congregar profissionais, docentes, pesquisadores e estudantes vinculados à área de alimentos.

O I TECALI no período de 2 a 6 de maio de 2022, tendo como objetivo contribuir para a difusão do conhecimento das pesquisas geradas nas áreas de Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos, como também possibilitar o compartilhamento de saberes e experiências entre profissionais e acadêmicos. Durante o evento, ocorreram diversas palestras e foram submetidos um total de 260 trabalhos científicos (trabalhos completos, resumo e pitch científico) para as áreas temáticas de Tecnologia, Ciência, Engenharia e Biotecnologia, e subáreas apresentadas abaixo.

ÁREAS TEMÁTICAS

Tecnologia	Ciência	Engenharia	Biotecnologia
<ul style="list-style-type: none">• Vegetais (TVE)• Carnes e pescados (TCP)• Laticínios (TLT)• Cereais (TCE)• Bebidas (TBE)• Açucarados (TAC)• Tubérculos (TTU)• Revisão bibliográfica (TRB)	<ul style="list-style-type: none">• Matérias primas/insumos (CMP)• Nutrição (CNT)• Química de Alimentos (CQA)• Análise Sensorial (CAS)• Trasnf. Quím. e Bioq. (CTQ)• Microbiologia (CMB)• P&D (CPD)• Revisão bibliográfica (CRB)	<ul style="list-style-type: none">• Inst., otimização e controle de processos (ECP)• Operação unitária no processamento e controle de qualidade (ECQ)• Engenharia de Reações (EER)• Modelagem e simulação de processos (EMP)• Termodinâmica e Fenômenos de Transporte (ETF)• Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas (EAT)• Processos de separação (EPS)• Revisão bibliográfica (ERB)	<ul style="list-style-type: none">• Tecnologia enzimática (BTE)• Biocompostos e/ou Aditivos e biofármacos (BAB)• Processos Fermentativos (BPF)• Transgenia (BTG)• Biocontrole (BBC)• Nanobiotecnologia (BNN)• Organismos geneticamente modificados (BOM)• Revisão bibliográfica (BRB)

Neste ano, todos os trabalhos científicos tiveram emissão de certificados contendo o título do trabalho, nome dos respectivos autores e convite para ministrar palestras na próxima edição do evento (II TECALI/2023). Além disso, os cinco melhores trabalhos, de cada área temática do evento, foram selecionados para compor a Edição Especial da Revista Perspectiva, contribuindo com a disseminação do conhecimento na área e com expansão e evolução da Tecnologia, Ciência, Engenharia e Biotecnologia.

Por fim, é com imensa satisfação que apresentamos este feito e esta parceria.

Desejamos uma boa leitura e estudos a todos!

Saudações,

Jamile Zeni

Professora da URI Erechim

Responsável pela Comissão Científica do I TECALI

Ivisson de Souza Tasso

Vice-Coordenador da Comissão Científica do I TECALI

AVALIAÇÃO DO PÓ DA POLPA DE ACEROLA OBTIDO POR SECAGEM EM LEITO DE ESPUMA

Evaluation of *acerola* pulp powder obtained using foam mat drying

Maisa Dias Cavalcante^{1*}; Maria Aparecida Mauro¹

¹Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

*E-mail: maisa.dias@unesp.br

Data do recebimento: 08/06/2022 - Data do aceite: 28/07/2022

RESUMO: Devido à alta perecibilidade da acerola, procedimentos que visem à sua conservação e à preservação de seus nutrientes contribuem para o melhor aproveitamento dessa fruta, como a técnica conhecida como secagem em leito de espuma, que é simples e adequada a produtos líquidos e pastosos. O método consiste na mistura da polpa a agentes formadores de espuma e, em seguida, na desidratação da espuma em bandejas dispostas em secadores convencionais, o que possibilita desidratar a polpa em tempos relativamente curtos de secagem. Visando ao crescimento do público vegano, para o qual a aplicação de adjuvantes de origem vegetal é essencial, o presente trabalho tem o objetivo de avaliar os efeitos da formulação da espuma sobre o processo de secagem em leito de espuma de polpa de acerola, utilizando aditivos de origem vegetal, como isolado de proteína de soja (SPI), monoglicérides destilados e ésteres de mono e diglicérides de ácidos graxos com ácido láctico, ambos derivados de óleos vegetais e utilizados em quantidades permitidas pela legislação vigente. Os coeficientes de difusividade ficaram entre $1,33 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ a $2,79 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ em um tempo de 105 a 135 minutos e, em alguns tratamentos, houve a formação de grumos no pó. Dentre os aditivos testados, o melhor aditivo foi o SPI, que, ao ser aplicado na concentração de 1% sobre a polpa de acerola, proporcionou um pó solto e com características favoráveis.

Palavras-chave: Veganos. Aditivos. Isolado de proteína de soja. Monoglicérides.

ABSTRACT: Due to the high perishability of *acerola*, procedures that aim its conservation and the preservation of its nutrients contribute to the best

use of this fruit, such as the technique known as foam mat drying, which is simple and suitable for liquid and pasty products. The method consists of mixing the pulp with foaming agents and then dewatering the foam in trays arranged in conventional dryers, which makes it possible to dehydrate the pulp in relatively short drying times. Aiming at the growth of the vegan public, for which the application of adjuvants of plant origin is essential, the objective of the present work is to evaluate the effects of the foam formulation on the drying process in a foam mat of *acerola* pulp, using additives of vegetable source, such as soy protein isolate (SPI), distilled monoglycerides and mono and diglycerides fatty acid esters with lactic acid, both derived from vegetable oils and used in quantities permitted by the current legislation. The diffusivity coefficients ranged from 1.33×10^{-9} m²/s to 2.79×10^{-9} m²/s in a time of 105 to 135 minutes, and some treatments had the formation of lumps in the powder. Among the additives tested, the best one was SPI, which, when applied at a concentration of 1% in the *acerola* pulp, provided loosen powder with favorable characteristics.

Keywords: Vegan. Additives. Soy protein isolate. Monoglycerides.

Introdução

A acerola (*Malpighia emarginata* DC) é uma fruta tropical que se destaca por ser excelente fonte de vitamina C, além de possuir teores consideráveis de compostos que lhe conferem propriedades nutracêuticas e funcionais (JAESCHKE; MARCZAK; MERCALI, 2016).

Os frutos, após a colheita, são bastante perecíveis devido à sua alta atividade de água, além de serem propícios a sofrer danos mecânicos, microbianos e por condições ambientais. Assim, é desejável a aplicação de métodos que melhorem sua durabilidade e minimizem possíveis alterações físicas, químicas e microbiológicas (ZHANG et al., 2017). Dentre os diversos tipos de processamento, a secagem é um procedimento amplamente utilizado pelas indústrias, porém sua escolha requer cuidado para evitar gastos desnecessários de energia e danos físicos e químicos ao produto, especialmente relacionados à perda de nutrientes (FEMENIA et al., 2009; TODISCO et al., 2018).

Dentre os diversos métodos de desidratação, destaca-se a técnica conhecida como secagem em leito de espuma, cujo intuito é transformar alimentos líquidos ou semilíquidos, tais como sucos, polpas e purês de frutas e hortaliças, em desidratados na forma de pó. Primeiramente, esses alimentos são transformados em espumas estáveis por meio de seu batimento na presença de um agente espumante e/ou estabilizador, para incorporar uma ampla quantidade de ar; em seguida, as espumas formadas são espalhadas, em camadas finas, em bandejas ou esteiras, e desidratadas com ar aquecido até o nível de umidade necessário, para, a seguir, serem convertidas em pó, por moagem (HARDY; JIDEANI, 2017; KADAM et al., 2010; MOUNIR, 2017; RATTI; KUDRA, 2006).

Recentemente, a secagem em leito de espuma tem recebido grande atenção por ser uma técnica de secagem eficaz e adequada a certos alimentos, pois, em comparação a outros métodos, como liofilização e secagem por atomização, é simples e econômica, uma vez que requer menor investimento, consome

menos energia e apresenta menores custos operacionais (ABDEL-SALAM et al., 2021).

Considerando a ascensão das dietas vegetarianas e veganas nos últimos tempos, como um novo estilo de vida, esse fato vem fomentando o desenvolvimento de formulações de alimentos com a aplicação de aditivos que atendam a essas classes de consumidores (GLUSAC et al., 2018).

As proteínas geralmente atuam como bons agentes tensoativos, pois proporcionam estabilidade ao sistema espumante por meio de sua hidrofobicidade e possíveis rearranjos conformacionais que modificam as forças nas interfaces entre as bolhas, com a formação de filmes viscoelásticos que são resistentes à tensão, melhorando a reologia interfacial (HARDY; JIDEANI, 2017). A proteína de soja é a maior fonte de proteína vegetal disponível comercialmente, tem elevado valor nutricional, baixo custo e é altamente funcional devido às características de superfície ativa de suas proteínas constitutivas, proporcionando propriedades de emulsificação e gelificação (ACHOURI et al., 2012; SORGENTINI et al., 1995; ZANG et al., 2019).

Os monoglicerídeos de ácidos graxos (ou tipo de éster graxo), surfactantes não iônicos, podem ser produzidos a partir de matérias primas de origem vegetal, os quais têm ampla aplicação na indústria de alimentos, para melhorar a incorporação de ar e a estabilidade em cremes, recheios, mousses e coberturas (ALLEN et al., 2008; GAONKAR; MCPHERSON, 2016)

O objetivo do presente trabalho consistiu em verificar a melhor condição de aplicação dos agentes espumantes de origem vegetal, isolado proteico de soja, éster de ácido láctico de monoglicerídeos e monoglicerídeos destilados, para obtenção de pós da polpa de acerola por secagem em leito de espuma, por meio da avaliação da cinética de secagem e da aparência do produto.

Material e Métodos

Polpas congeladas de acerola (De Marchi Indústria e Comércio de Frutas Ltda Jundiá, Brasil) foram adquiridas no comércio local de São José do Rio Preto-São Paulo/SP. Os agentes espumantes monoglicerídeo destilado, baseado em óleo de soja comestível¹ (Dimodan[®] HS-1, DuPont[™]) e éster de mono e diglicerídeos de ácidos graxos com ácido láctico, derivado de óleo de palma comestível produzido de forma sustentável (Grinsted[®] Lactem P 22 MB, DuPont[™]), foram doados pela DuPont – Danisco Brasil Ltda. O isolado de proteína de soja (SPI) foi adquirido da Ecil Ingredientes (Empreendimento Comercial Industrial Ecil Ltda, São Paulo, Brasil).

Para a adição de SPI à polpa, preparou-se uma solução padrão aquosa com 10% de SPI (m/m), que foi aquecida a 70 °C, sob agitação magnética (200 rpm), por 20 min. Os agentes tensoativos foram preparados como soluções padrão aquosas com 7% (m/m) de Dimodan[®] ou 15% (m/m) de Lactem, mediante aquecimento sob agitação magnética (200 rpm) a 80 °C por 10 min. Para cada tratamento, quantidades específicas de solução padrão foram utilizadas. As quantidades, na espuma final, correspondem a 1% de SPI, 0,75% de Dimodan[®] e 0,35% de Lactem na espuma final. Após a secagem, esses valores correspondem a 11% de SPI, 4,1% de Dimodan[®] e 8,8% de Lactem, em base seca. Os mono e diglicerídeos de ácidos graxos (INS 471) e ésteres de mono e diglicerídeos de ácidos graxos com ácido láctico (INS 472b) somam 12,8g/100g de pó, em base seca.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em geral, não estabelece limites para a utilização do isolado da proteína de soja e para os aditivos INS 471

e INS 472b, ou seja, esses aditivos podem ser aplicados em quantidades suficientes para obter o efeito tecnológico desejado, desde que não alterem a identidade e a genuinidade do alimento. Entretanto, há restrições do INS 471 para suplementos alimentares, o qual foi tomado como referência para avaliar as formulações do presente estudo.

Considerando a reconstituição do pó como sendo de 20 gramas por litro, essas quantidades estão de acordo com a legislação vigente RDC N° 45, DE 03 DE NOVEMBRO DE 2010 (BRASIL, 2010), que limita os mono e diglicerídios de ácidos graxos em suplementos alimentares a um máximo de 3,0 g/100g de produto. Para o caso de alimentação infantil, essa restrição passa a ser de 0,4 g/100ml de produto conforme a RDC N° 239, DE 26 DE JULHO DE 2018 (BRASIL, 2018).

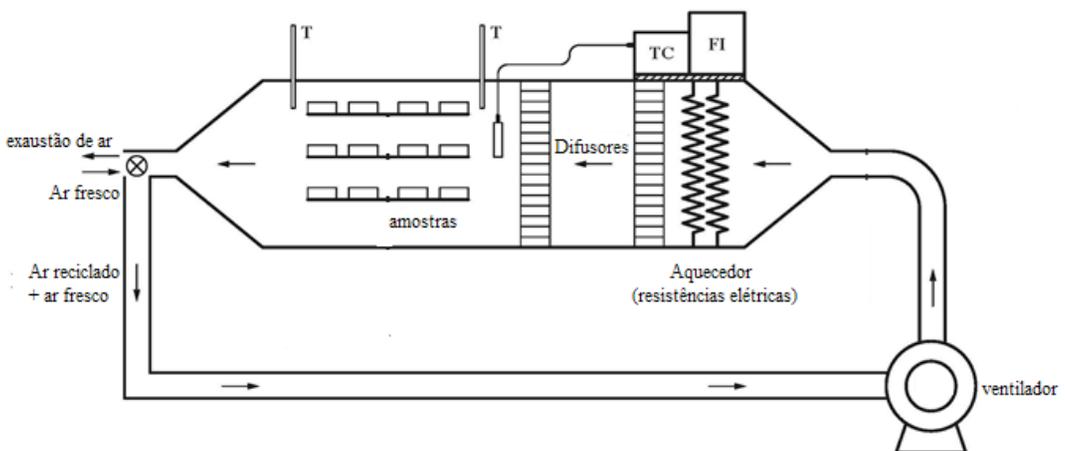
As misturas foram agitadas durante vinte minutos em uma batedeira doméstica (Mondial Premium Bella Massa Inox B-29 NP) para a formação da espuma. As espumas foram secas a 70°C em secador de leito fixo

(Figura 1), equipado com ventilador centrífugo (CV3600, Ibram, São Paulo, SP, Brasil) com um motor 2 CV, uma câmara de secagem com área da seção transversal de $9,61 \times 10^{-2} \text{ m}^2$, e velocidade do ar ajustada por um inversor de frequência (ML-7.0 / 200-240, WEG, Jaguará do Sul, SC, Brasil) conectado ao motor do ventilador (MOLINA FILHO et al., 2016), de aproximadamente 1,4 m/s.

Para cada tratamento, as amostras foram colocadas em bandejas de alumínio, as quais foram pesadas e identificadas e, em cada uma, foram despejados aproximadamente 100g da espuma formada. A cinética de secagem foi determinada através de pesagens sucessivas das bandejas e da umidade das amostras, feitas antes e após cada ensaio de secagem.

Para avaliar a difusão da água durante a secagem, foi utilizada a solução analítica integrada da equação de Fick para forma geométrica de placa plana infinita, com aproximação de pelo menos oito termos da série (Eq. 1), a qual foi ajustada aos dados experimentais de secagem da polpa de acerola em leito de espuma.

Figura 1. Diagrama esquemático do secador. FI: inversor de frequência; TC: controlador de temperatura; S: sensor PT 100; T: termômetro; V: Válvula



Fonte: Molina filho et al., (2016).

$$RX = \frac{\bar{X} - X_{\infty}}{X_0 - X_{\infty}} = \frac{8}{\pi^2} \sum_0^n \frac{1}{(2n+1)^2} \exp \left[\frac{-(2n+1)^2 \cdot \pi^2 \cdot D_{ef} \cdot t}{4 \cdot L^2} \right] \quad (1)$$

sendo que D_{ef} é a difusividade efetiva da água ($m^2 \cdot s^{-1}$), RX é o adimensional de concentração de água, \bar{X} representa o conteúdo de água médio, em base seca ($kg \text{ água} \cdot kg^{-1}$ matéria seca), em um tempo, t (s), X_{∞} e X_0 representam o conteúdo de água, em base seca ($kg \text{ água} \cdot kg^{-1}$ matéria seca) no equilíbrio e no instante inicial, respectivamente, L é a espessura inicial da placa que é exposta ao ar de secagem em apenas uma das faces e n é o número de termos da série.

A determinação do coeficiente de difusão baseou-se no ajuste da equação (1), utilizando o software Prescribed (SILVA; SILVA 2008) e a eficiência do ajuste baseou-se no coeficiente de determinação (R^2) e qui-quadrado (χ^2).

A atividade de água das amostras foi determinada utilizando-se um analisador de atividade de água (AquaLab, 4TEV, EUA).

Resultados e Discussão

A Tabela I apresenta os valores da difusividade efetiva da água, obtidos na secagem

em leito de espuma da polpa de acerola com os diferentes tratamentos, e da atividade de água da espuma, antes da secagem, e do pó, após a secagem.

As difusividades efetivas de umidade (D_{ef}) que descrevem as propriedades de transferência de água do material estão dentro da faixa de 10-12 – 10-8 m^2s^{-1} , conforme referida para a maioria dos materiais alimentícios (ZOGZAS et al.,1996).

Os valores médios de difusividade para a polpa de acerola foram da ordem de 10^{-9} m^2/s . Segundo Aguilera e Stanley (1999, apud PRAKOTMAK et al., 2010), as ordens de magnitude dos coeficientes de difusão dependem do estado da substância, sendo que, para gases é de aproximadamente 10^{-5} m^2/s , enquanto para líquidos é de aproximadamente 10^{-9} m^2/s . Com isso, pode-se afirmar que o transporte de umidade através do leito de espuma de acerola é semelhante à difusão em líquidos.

Resultados semelhantes foram encontrados por Prakotmak et al. (2010), ao analisar a difusividade da água em espuma de banana submetida à secagem em leito de espuma, cujos valores se estenderam na faixa de

Tabela I. Coeficientes de difusão da água (D_{ef}) determinados para secagens com respectivos coeficientes de determinação (R^2), qui-quadrado (χ^2), tempo de secagem (min) e atividade de água (aw)

Treatamento	$D_{ef} \times 10^9$ (m^2/s)	χ^2	R^2	tempo (min)	a_w espuma	a_w pó
0,35% D + 0,75% L (*)	2,69	6,52	0,97	105	0,99	0,32
0,35% D + 0,75% L e 1% S (*)	2,79	6,18	0,96	105	0,97	0,38
1% S (*)	1,33	25,25	0,96	135	0,99	0,32

(*) As porcentagens indicam g de aditivo/100g de espuma. Sendo L=Lactem; D=Dimodan; S= Isolado da proteína de soja.

$1,74 \times 10^{-9}$ e $5,05 \times 10^{-9}$ m²/s, nas temperaturas de 35-45°C. Doymaz e Akgün (2009), que secaram espuma de polpa de uva, encontraram difusividades variando entre $2,01 \times 10^{-9}$ e $3,32 \times 10^{-9}$ m²/s nas temperaturas de 70-110°C.

Os tratamentos com Lactem e Dimodam apresentaram as maiores difusividades e os menores tempos de secagem, inferiores a duas horas, quando comparados ao tratamento com adição apenas de proteína (SPI), que consumiu duas horas e 15 minutos. Segundo Watharkar et al. (2021), o aumento da difusividade efetiva de água pode ser devido ao aumento do espaço dos poros com mais área de superfície, facilitando a remoção de umidade e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de secagem.

Espumas tendem a apresentar valores altos de difusividade, uma vez que a estrutura porosa aumenta a área interfacial de líquido-gás, facilitando a vaporização da água e levando a altas taxas de secagem (LOBO et al., 2017).

Os curtos períodos de secagem (Tabela I) estão associados à alta evaporação da água da espuma durante o processo. Conforme Karim e Wai (1999), devido à estrutura da

espuma, o líquido pode se movimentar mais facilmente em razão da ação capilar ao longo dos interstícios, auxiliando na secagem mais rápida. Chaux-Gutiérrez et al. (2017) complementam tal constatação afirmando que a estrutura porosa aumenta a área de superfície de contato entre o material e o ar de secagem, o que resulta em maior transferência de calor e massa e proporciona essa diminuição na duração da secagem.

Os resultados deste estudo com polpa de acerola, quando comparados aos de Tavares et al. (2017), que analisaram suco de jambolão por meio da secagem em leito de espuma na mesma temperatura de 70°C, mostram que o tempo de secagem é bem superior para o suco de jambolão, tendo os autores obtido um tempo de 320 minutos. Fatores como a composição do suco de jambolão e os diferentes agentes espumantes utilizados influenciaram o tempo de secagem, uma vez que a interação dos componentes com a água é fator relevante para esse processo.

Porém, acredita-se que a diferença mais significativa relacionada ao tempo de secagem se deve à espessura aplicada pelos autores, que foi de 5 mm, enquanto a do presente trabalho foi de 3 mm. Segundo

Figura 2. Pós da polpa de acerola obtidos com diferentes tipos de agentes espumantes



L=Lactem; D=Dimodan; S=Isolado de proteína de soja

Abd El-Salam et al. (2021), a diminuição da espessura melhorou o processo de secagem de polpa de papaia em leite de espuma, o que se deve à redução do comprimento característico de difusão.

As amostras desidratadas apresentaram valores de atividade de água favoráveis para a estabilidade química, bioquímica e microbiológica do pó da acerola, pois na faixa de 0,32-0,38, a baixa atividade de água reduz as taxas de reação de degradação, como oxidação de gorduras e escurecimento, e inibe o crescimento microbiano (SINGH; HELDMAN, 2001).

Na Figura 2, verifica-se a aparência dos pós da polpa de acerola obtidos com os diversos agentes espumantes, nos quais ocorreu a formação de aglomerados durante a moagem das placas de espuma desidratada, elaboradas com Lactem e Dimodan.

Verifica-se que o melhor tratamento para obtenção de um pó solto foi com apenas 1% SPI, que apresentou poucos grumos. Por outro lado, os tratamentos com Lactem e Dimodan apresentaram boas taxas de secagem e elevados coeficientes de difusão, mas provocaram aglomeração do pó, o que pode ser atribuído ao grau de afinidade desses agentes tensoativos com a água, devido ao seu equilíbrio lipofílico-hidrofílico.

Segundo Barbosa-Cánovas et al. (2005), o desenvolvimento de aglomeração pode variar entre os pós, devido à composição do material, ao tamanho e à forma das partículas, ao teor de água, à pressão e às variações de temperatura e umidade. Esses fatores, de maneira geral, dominam o comportamento dos pós, podendo transformá-los em um material pegajoso e indesejável pela perda de funcionalidade e qualidade inferior.

Estudos sobre as propriedades de sorção de água desses pós estão sendo conduzidos com o propósito de explicar esse comportamento. A retenção da vitamina C durante a preparação da espuma e a secagem também está sendo determinada, com o intuito de avaliar o efeito dos aditivos sobre a proteção de compostos bioativos.

Conclusão

No processo de secagem de espuma da polpa de acerola, foram obtidos altos coeficientes efetivos de difusão de água (D_{ef}), os quais permitiram atingir, em tempos curtos de processo, valores de atividade de água baixos, suficientes para prevenir deterioração microbiana e reduzir as taxas de reações de degradação dos alimentos.

Este trabalho analisou a influência de diferentes agentes espumantes de origem vegetal sobre a elaboração de pós de polpa de acerola e permitiu verificar que, dentre os tratamentos testados para secagem de polpa de acerola em leite de espuma, o melhor foi aquele com adição de 1% de SPI, pois, apesar de consumir um tempo de secagem 29% maior, proporcionou o pó mais adequado em relação à moagem, além de conter apenas polpa de acerola e proteína isolada de soja.

Por outro lado, a aplicação de aditivos como Lactem e Dimodan, nas concentrações utilizadas neste estudo, na polpa de acerola, levaram à aglomeração dos pós, o que prejudica a qualidade do produto desidratado. Para melhor compreensão desse tipo de comportamento, pesquisas mais aprofundadas sobre propriedades de sorção da polpa de acerola em pó com os aditivos estão sendo conduzidas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES), pela bolsa de estudos, à FAPESP (2020/05254-4), pelo suporte financeiro, e à DuPont – Danisco Brasil Ltda, pela doação dos ingredientes.

REFERÊNCIAS

- ABD EL-SALAM, E.; ALI, A. M.; HAMMAD, K. S. Foaming process optimization, drying kinetics and quality of foam mat dried papaya pulp. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, n. 4, p.1449-1461, 2021.
- ACHOURI, A.; ZAMANI, Y.; BOYE, J. I. Stability and physical properties of emulsions prepared with and without soy proteins. **Journal of Food Research**, v. 1, n. 1, p. 254, 2012.
- ALLEN, K.E.; MURRAY, B.S.; DICKINSON, E. Whipped cream-like textured systems based on acidified caseinate-stabilized oil-in-water emulsions. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 10-11, p. 1011-1021, 2008.
- BARBOSA-CÁNOVAS, G.V; ORTEGA-RIVAS, E.; JULIANO, P.; YAN, H. **FOOD POWDERS: Physical Properties, Processing, and Functionality**, Springer, New York, 2005.
- BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) - RDC Nº 45, DE 03 DE NOVEMBRO DE 2010**. Dispõe sobre aditivos alimentares autorizados para uso segundo as Boas Práticas de Fabricação (BPF). Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_45_2010_COMP.pdf/19fb76e1-e1f8-48dd-a917-223c758af430.
- BRASIL. **Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) - RDC Nº 239, DE 26 DE JULHO DE 2018**. Estabelece os aditivos alimentares e coadjuvantes de tecnologia autorizados para uso em suplementos alimentares. Disponível em: < http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898839/%286%29RDC_239_2018_COMP.pdf/ddd530e-377d-40b3-ac9c-f119a972f664.
- CHAUX-GUTIÉRREZ, A. M.; SANTOS, A. B.; GRANDA-RESTREPO, D. M.; MAURO, M. A. Foam mat drying of mango: Effect of processing parameters on the drying kinetic and product quality. **Drying Technology**, v. 35, n. 5, p. 631-641, 2017.
- DOYMAZ, İ.; AKGÜN, N. A. Study of thin-layer drying of grape wastes. **Chemical Engineering Communications**, v. 196, n. 7, p. 890-900, 2009.
- FEMENIA, A.; SERRANO, G.S.; SIMAL, S.; GARAU, M.C.; EIM, V.S.; ROSSELLÓ, C. Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. **Food Science and Technology**, v. 42, n. 1, p. 106-112, 2009.
- GAONKAR, AG & MCPHERSON, A. **Ingredient interactions: effects on food quality**. CRC press, 2016.
- GLUSAC, J.; DAVIDESKO-VARDI, I.; ISASCHAR-OVDAT, S.; KUKAVICA, B.; FISHMAN, A. Gel-like emulsions stabilized by tyrosinase-crosslinked potato and zein proteins. **Food Hydrocolloids**, v. 82, p. 53-63, 2018.
- HARDY, Z.; JIDEANI, V. A Foam-mat drying technology: A review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, n. 12, p. 2560-2572, 2017.

- KADAM, D. M.; PATIL, R. T.; KAUSHIK, P. Foam mat drying of fruit and vegetable products. **Drying of foods, vegetables and fruits**, v. 1, p. 113-124, 2010.
- KARIM, A. A.; WAI, C. C. Foam-mat drying of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) puree. Stability and air drying characteristics. **Food Chemistry**, v. 64, n. 3, p. 337-343, 1999.
- JAESCHKE, D. P.; MARCZAK, L. D. F.; MERCALI, G. D. Evaluation of non-thermal effects of electricity on ascorbic acid and carotenoid degradation in acerola pulp during ohmic heating. **Food Chemistry**, v. 199, p. 128-134, 2016.
- LOBO, F. A.; NASCIMENTO, M. A.; DOMINGUES, J. R.; FALCÃO, D. Q.; HERNANZ, D.; HEREDIA, F. J.; DE LIMA ARAUJO, K. G. Foam mat drying of Tommy Atkins mango: Effects of air temperature and concentrations of soy lecithin and carboxymethylcellulose on phenolic composition, mangiferin, and antioxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 221, p. 258-266, 2017.
- MOLINA FILHO, L.; FRASCARELI, E. C.; MAURO, M. A. Effect of an edible pectin coating and blanching pretreatments on the air-drying kinetics of pumpkin (*Cucurbita moschata*). **Food and Bioprocess Technology**, v. 9, n. 5, p. 859-871, 2016.
- MOUNIR, S. Foam mat drying. **Drying Technologies for Foods-Fundamentals and Applications**, p. 169-191, 2017.
- PRAKOTMAK, P.; SOPONRONNARIT, S.; PRACHAYAWARAKORN, S. Modelling of moisture diffusion in pores of banana foam mat using a 2-D stochastic pore network: Determination of moisture diffusion coefficient during adsorption process. *Journal of Food Engineering*, v. 96, n. 1, p. 119-126, 2010.
- RATTI, C.; KUDRA, T. Drying of foamed biological materials: opportunities and challenges. **Drying Technology**, v. 24, n. 9, p. 1101-1108, 2006.
- SILVA W.P.; SILVA C.M.D.P.S Prescribed adsorption-desorption, Version 2.2, online. (2008) <http://zeus.df.ufcg.edu.br/labfit/Prescribed.htm>.
- SINGH, R.P; HELDMAN, D.R. **Introduction to Food Engineering**. Gulf Professional Publishing, 2001.
- SORGENTINI, D. A.; WAGNER, J. R.; ANÓN, M. C. Effects of thermal treatment of soy protein isolate on the characteristics and structure-function relationship of soluble and insoluble fractions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, n. 9, p. 2471-2479, 1995.
- TAVARES, I. M. C.; NOGUEIRA, T.Y K.; MAURO, M. A.; GÓMEZ-ALONSO, S.; GOMES, E.; DA-SILVA, R.; HERMOŚÍN-GUTIÉRREZ, I.; LAGO-VANZELA, E. S. Dehydration of jambolan [*Syzygium cumini* (L.)] juice during foam mat drying: Quantitative and qualitative changes of the phenolic compounds. **Food Research International**, v. 102, p. 32-42, 2017.
- TODISCO, K. M., JANZANTTI, N. S., SANTOS, A. B., GALLI, F. S., & MAURO, M.A. Effects of temperature and pectin edible coatings with guava by-products on the drying kinetics and quality of dried red guava. **Journal of food science and technology**, v. 55, n. 12, p. 4735-4746, 2018.
- WATHARKAR, R. B.; CHAKRABORTY, S.; SRIVASTAV, P. P.; SRIVASTAVA, B. Foaming and foam mat drying characteristics of ripe banana [*Musa balbisiana* (BB)] pulp. **Journal of Food Process Engineering**, v. 44, n. 8, p. e13726, 2021.
- ZANG, X.; YUE, C.; LIU, M.; ZHENG, H.; XIA, X.; YU, G. Improvement of freeze-thaw stability of oil-in-water emulsions prepared with modified soy protein isolates. **LWT**, v. 102, p. 122-130, 2019.
- ZHANG, M.; CHEN, H.; MUJUMDAR, A. S.; TANG, J.; MIAO, S.; WANG, Y. Recent developments in high-quality drying of vegetables, fruits, and aquatic products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 57, n. 6, p. 1239-1255, 2017.

ZOGZAS, N. P.; MAROULIS, Z. B.; MARINOS-KOURIS, D. Moisture diffusivity data compilation in foodstuffs. **Drying Technology**, v. 14, n. 10, p. 2225-2253, 1996.

EFEITOS DA INGESTÃO DA YACON (*SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS*) NA RESPOSTA METABÓLICA DE INDIVÍDUOS PORTADORES DE DIABETES MELLITUS: UMA REVISÃO DA LITERATURA

Effects of yacon (*Smallanthus sonchifolius*) ingestion on the metabolic response of individuals with diabetes mellitus: a literature review

Raíssa de Oliveira Balthar¹; Carlos Eduardo de Faria Cardoso¹;
Elisa Barros dos Santos¹ e Juliana Furtado Dias^{1,2}

¹ Programa de Pós-Graduação em Alimentos e Nutrição (PPGAN), da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, Brasil.

² Coordenadora do Laboratório de Investigação em Nutrição e Doenças Crônico-Degenerativas

Data do recebimento: 20/05/2022 - Data do aceite: 28/07/2022

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo revisar pesquisas científicas relativas à utilização da raiz tuberosa yacon como elemento coadjuvante no tratamento do Diabetes Mellitus, identificando suas potencialidades hipoglicemiantes. Foram utilizados artigos publicados entre 2012 e 2022, empregando os seguintes descritores de busca diabetes *mellitus* e yacon, disponíveis em revistas científicas publicados nas bases de dados *Science Direct*, *Scopus* e *Pubmed*, nos idiomas inglês, português e espanhol. Como critérios de inclusão, selecionou-se artigos originais relacionados ao conteúdo e acabaram excluídos artigos de revisão, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses, periódicos duplicados, incompletos ou não relacionados ao assunto abordado e/ou idioma selecionado. As evidências mostraram os benefícios da utilização da raiz de yacon sob o perfil glicêmico *in vivo* (modelos humanos e animais), além de contribuições significativas na redução do estresse oxidativo, potencial anti-inflamatório e importante atuação na interface do controle lipídico. Entretanto, vale ressaltar que, em humanos, o consumo de Alimentos Funcionais de forma isolada, sem o acompanhamento de um profissional devidamente capacitado, pode não culminar nos mesmos resultados.

Palavras-chave: Frutanos. Inulina. Frutooligossacarídeos. Fibra alimentar. Diabetes Mellitus

ABSTRACT: The present study aimed to review scientific researches related to the use of yacon tuberous root as a supporting element in the treatment of Diabetes Mellitus, identifying its hypoglycemic potential. Articles published between 2012 and 2022 were used, using the following search descriptors: diabetes mellitus and yacon, available in scientific journals published in the databases: Science Direct, Scopus and Pubmed, in English, Portuguese and Spanish languages. As inclusion criteria, original articles related to the content were used, but review articles, course conclusion papers, dissertations, theses, duplicate journals, incomplete or unrelated to the addressed subject and/or selected language were excluded. Evidences showed the benefits of using yacon root in the glycemic profile *in vivo* (human and animal models), in addition to significant contributions to reducing oxidative stress, anti-inflammatory potential and to an important role in the interface of lipid control. However, it is worth mentioning that in humans, the consumption of Functional Foods in isolation, without the follow-up of a properly trained professional, may not lead to the same results.

Keywords: Fructans. Inulin. Fructooligosaccharides. Dietary fiber. Diabetes Mellitus.

Introdução

O Diabetes *Mellitus* (DM) é um conjunto de distúrbios metabólicos, caracterizado por recorrentes episódios de hiperglicemia, que ocorre quando o indivíduo apresenta altas concentrações de glicose sanguínea, provenientes de alterações na ação ou excreção do hormônio insulina e até mesmo em ambos os casos, o que acaba impedindo a translocação da molécula de glicose para o interior das células, inviabilizando a sua metabolização (FRANZ; EVERT, 2018; SBD, 2019). De forma geral, esta patologia é classificada no amplo espectro de saúde, como uma Doença Crônica Não Transmissível (DCNT), sendo categorizada e subdividida pela Sociedade Brasileira de Diabetes (SBD) em DM do tipo 1 (A e B) e DM do tipo 2, podendo, em casos específicos, ser classificada como DM gestacional, dentre outros genótipos (SBD, 2019).

O DM 2 corresponde a cerca de 90 a 95% de todos os casos existentes em níveis glo-

bais, sendo uma patologia de forte herança hereditária, cuja ocorrência tem contribuições significativas de fatores ambientais, tais como hábitos dietéticos não saudáveis e inatividade física, contribuindo para a obesidade, destacando-se, assim, como um dos principais fatores de risco (SBD, 2019). É válido ainda ressaltar que indivíduos portadores de DM 2 apresentam uma história de progressão lenta da doença e muitas vezes são assintomáticos ou diagnosticados na presença de condições como Insuficiência Coronariana (IC), Neuropatia, Nefropatia, entre outras (SILVA et al., 2011).

Atualmente o DM, por ser uma patologia que está associada a diversas outras, é também uma doença que classifica e insere um indivíduo ao grupo de risco no cenário de pandemia decorrente da COVID-19, uma vez que está entre as comorbidades mais frequentemente relatadas em pacientes infectados com o coronavírus (BRASIL, 2021). Ao contrair a infecção viral, pacientes portadores de DM podem sofrer com um

potencial desequilíbrio glicêmico e, conseqüentemente, favorecer a ocorrência de complicações metabólicas típicas da doença, como a cetoacidose, o que torna indivíduos com DM propensos a desenvolver a forma mais grave da COVID-19, quando comparados a indivíduos saudáveis (ORIOLI, 2020).

É de amplo conhecimento no cenário de saúde, que no tratamento do diabetes, estão incluídos diversos recursos terapêuticos, que transcendem a esfera medicamentosa de forma exclusiva. Em muitos casos, esta abordagem deixa de ser a primeira opção no plano terapêutico, potencializando a aplicação de condutas alternativas no tratamento. Uma destas alternativas é a Terapia Nutricional (TN). Considerando que a dieta do indivíduo diabético é um dos fatores fundamentais para manter os níveis glicêmicos dentro de limites desejáveis, o planejamento alimentar deve ser cuidadosamente elaborado por um profissional capacitado, dando ênfase na individualização e lançando mão da oferta de alimentos específicos que contribuam com o tratamento (SBD, 2019).

Com isso, muito tem se discutido a respeito das propriedades de uma raiz tuberosa nativa das regiões Andinas da América do Sul (CAETANO et al., 2016), conhecida popularmente como batata yacon ou apenas yacon (*Smallanthus sonchifolius*). Embora esta não faça parte da família da batata, recebeu esse nome devido ao seu aspecto físico-morfológico similar à batata doce, possuindo um gosto doce e uma polpa crocante. A yacon foi introduzida no Brasil em meados dos anos 90 (SALVADOR et al., 2012) após ter seu consumo fortemente negligenciado nos anos 80, podendo ser consumida crua (*in natura*) em saladas ou como fruta, além de ser conhecida como potencial “planta medicinal” (SALES et al., 2010).

Essa raiz tuberosa vem sendo considerada um alimento funcional (AF) em virtude de

sua composição nutricional, rica em componentes ditos como bioativos, tais como as fibras alimentares solúveis (FAS) com ação prebiótica, os frutooligosacarídeos (FOS) e a inulina, por exemplo, estimulando de forma seletiva o crescimento e atividade de bactérias intestinais promotoras da saúde, devido, principalmente, a sua baixa digestibilidade no trato gastrointestinal (TGI) superior (YAN et al., 2019).

Tendo como ponto de interesse o manejo terapêutico de distúrbios como o DM, a yacon tem ganhado bastante visibilidade no cenário científico, pois, além de apresentar um alto valor nutritivo ligado à sua composição química, também pode atuar como coadjuvante para um maior controle dos mecanismos fisiopatológicos da doença (ALMEIDA, 2011).

Por tratar-se de uma matriz alimentar que desponta de diversas potencialidades, pesquisadores estão realizando estudos tanto com a raiz em si quanto com subprodutos obtidos de seu processamento, como farinhas da polpa e extratos de suas folhas. Estes estudos visam a analisar desde a produção, caracterização físico-química e propriedades tecnológicas até as propriedades funcionais da yacon na alimentação humana.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo revisar pesquisas científicas relativas à utilização da raiz tuberosa yacon como elemento coadjuvante no tratamento do DM, identificando suas potencialidades hipoglicemiantes.

Material e Métodos

Este estudo se trata de uma revisão da literatura, que teve como finalidade analisar a aplicabilidade da yacon e seus derivados no tratamento da Diabetes *Mellitus* em modelos humanos e animais. Para isso, foi realizada uma busca na literatura, em que se verificou

artigos publicados entre os anos 2012 e 2022, em revistas científicas disponíveis nas seguintes bases de dados: *Science Direct*, *Scopus* e *Pubmed*, em inglês, português e espanhol, a fim de cumular as informações necessárias para obtenção dos resultados previstos.

Os critérios de inclusão foram artigos originais relacionados ao conteúdo com os seguintes descritores de busca: diabetes mellitus e yacon. O presente estudo é composto por 11 evidências, incluindo pesquisas clínicas em modelos animais e humanos. Foram excluídos artigos de revisão, trabalhos de conclusão de curso (TCC), dissertações, teses, periódicos duplicados, incompletos ou não relacionados ao assunto abordado e/ou idioma selecionado.

Resultados e Discussão

O DM é uma das mais prevalentes DCNT no mundo, afetando cerca de 3% da população geral. A patologia ocupa a nona posição no ranking das doenças que mais diminuem a expectativa de vida saudável, apresentando uma perspectiva de aumento de sua prevalência até 2030. Dado o exposto, é notório que o DM se constitui, então, como um grande problema de saúde pública (MUZY et al., 2021), o que abre espaço para discussão dos aspectos relacionados à assistência ao paciente portador.

No Brasil, devido ao aumento da população idosa marcada pela transição demográfica, a demanda por terapias alternativas para problemas comuns da sociedade, tais como DM, representa um ganho importante dos investimentos governamentais na área de saúde. Nesta perspectiva, o uso de fitoterápicos e plantas medicinais atua pautado na perspectiva de servir como um aliado na interface terapêutica, disponível aos profissionais que atuam com pacientes que possuem o DM,

considerando ser um tratamento de baixo custo operacional, cujos benefícios se associam aos da terapia convencional (BORGES et al., 2008). Entretanto, é importante salientar a diferença entre ambos. As plantas medicinais, muito utilizadas popularmente, são aquelas capazes de aliviar ou curar doenças. Quando estas plantas medicinais são industrializadas, obtendo-se um medicamento, este passa a ser classificado dentro do grupo dos fitoterápicos (BRASIL, 2016), que são medicamentos preparados exclusivamente com plantas ou partes de plantas medicinais (raízes, cascas, folhas, flores, frutos ou sementes), os quais podem possuir propriedades reconhecidas de cura, prevenção, diagnósticos ou tratamento sintomático de doenças validadas em estudos etnofarmacológicos, documentações tecnocientíficas ou ensaios clínicos de fase 3 (BRASIL, 2004).

A utilização das plantas medicinais constitui-se uma prática passada de geração, para geração desde a antiguidade e, hoje, está se firmando como um campo da medicina complementar/alternativa, em que diversos nichos profissionais vêm tomando conhecimento de sua utilização, inserindo-a em sua prática clínica no cuidado assistencial, vislumbrando a saúde do ser humano assistido (VANINI et al., 2009).

Atualmente, a literatura científica aponta para uma diversidade de alimentos que possuem, em sua característica intrínseca, substâncias benéficas que atuam no manejo de doenças, como o DM e suas complicações, podendo-se citar: a linhaça, a cebola, a farinha de casca de maracujá, o alho e a batata yacon, dentre outras variedades (ZAPAROLLI et al., 2013).

A raiz tuberosa yacon tem despertado o interesse mundial em questões de produção e consumo, tanto pelas indústrias alimentícias, quanto pelas indústrias farmacêuticas, principalmente pelo fato desta raiz ser con-

siderada um AF, ofertando uma variedade de compostos bioativos, os quais se destacam os frutanos, como a inulina e os FOS (GUSSO et al., 2015). Entretanto, diversos outros compostos, tais como os compostos fenólicos, ácidos orgânicos e alguns flavonóides, contribuem para essa denominação de funcional ao alimento (SANTANA; CARDOSO, 2008).

Diferente da grande parte das raízes e tubérculos, popularmente difundidos no mercado consumidor, os quais armazenam carboidratos em sua estrutura na forma de moléculas de amido, as raízes e tubérculos não amiláceos como a yacon têm sua reserva na forma de frutanos (MORO; CLEIRICI, 2021). Os frutanos são polímeros de frutose que se apresentam de forma linear ou ramificada, ou seja, são carboidratos de reserva, com moléculas unidas por ligação frutossilfrutose β (2 \rightarrow 6) encontrados em frutanos do tipo de levana (produzidos por bactérias), ou β (2 \rightarrow 1) que são encontrados em frutanos do tipo inulina (MACEDO; VIMERCATI; ARAÚJO, 2020).

Estes polímeros são classificados no grupo das fibras solúveis e fermentáveis, os quais não são digeridos pela α -amilase e por enzimas hidrolíticas como a sacarase, a maltase e a isomaltase na parte superior do TGI, sendo capazes de passar intactas por meio dele, sem que haja metabolização. Uma vez que não sofrem processos de hidrólise ou metabólicos, essas moléculas são fermentadas seletivamente por bactérias presentes no ecossistema intestinal, como as bifidobactérias, formando gases (hidrogênio, oxigênio, dióxido de carbono e metano) e produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), principalmente o butirato, utilizado preferencialmente como fonte de energia pelos colonócitos (GUSSO et al., 2015).

Além de produzir o butirato, as bactérias intestinais, durante o processo de fermentação colônica, também produzem o ácido

acético e propiônico, que atuam facilitando a absorção de alguns minerais, como o cálcio, ferro e o magnésio (CELEMI et al., 2017), possuindo também uma atividade prebiótica importante ao propiciar a proliferação de bactérias benéficas como as *Bifidobactérias spp.* e os *Lactobacillus spp.*, que estão relacionadas a possíveis efeitos benéficos à saúde (CAETANO et al., 2016), como melhora da resposta imune, perfil glicêmico e lipídico e tratamento de distúrbios do trato gastrointestinal, em detrimento de bactérias patogênicas (KHALESÍ et al., 2019).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os FOS e a Inulina contribuem para o equilíbrio da flora intestinal e o seu consumo deve estar associado a uma alimentação equilibrada e hábitos de vida saudáveis. De acordo com o órgão, esta alegação pode ser utilizada em um produto desde que a recomendação de consumo diário do produto pronto para consumo forneça no mínimo 5 g de FOS ou Inulina. (BRASIL, 2016).

O modo de consumo da yacon pode variar de acordo com a sua utilização, mas normalmente ela é consumida na forma *in natura*, apresentando sabor adocicado e refrescante, sendo descrito como um sabor que lembra a pera e a crocância de uma maçã. Vasconcelos et al. (2010) apontam que a ingestão de 15,44 g/dia de farinha ou 267,8 g/dia da polpa da raiz de yacon seriam suficientes para fornecer a quantidade de FOS necessária para alegação funcional ao produto.

Ao redor do mundo, quando se fala em propriedade funcional da matéria-prima em questão, o principal benefício associado ao tubérculo yacon gira em torno de seu potencial efeito hipoglicemiante, sendo foco promissor nos estudos atuais e foco desta revisão. É válido salientar que a maior parte dos açúcares solúveis presentes nesta matriz alimentar são moléculas de frutose. Numa

perspectiva metabólica, a frutose é majoritariamente metabolizada no parênquima hepático, mesmo o intestino e os rins possuindo arcabouço enzimático necessário para sua catabolização. Não há uma circulação expressiva da molécula de frutose na circulação sistêmica, uma vez que, rapidamente, ela é captada pelo hepatócito (via GLUT 2), não havendo gasto energético ou necessidade do estímulo pela insulina (BARREIROS; BOSSOLAN; TRINDADE, 2005).

Diversos estudos foram e estão sendo realizados com o intuito de avaliar as propriedades funcionais da batata yacon e seus derivados no que se refere à sua influência na resposta glicêmica de seres humanos e de animais. Na Tabela 1, estão descritos os principais estudos realizados em humanos, os quais associaram o consumo da yacon aos efeitos hipoglicemiantes.

No que se refere a intervenções realizadas em humanos, Bianchi et al. (2021) constataram que a porção de 24 g de yacon, equivalia a 7,7 g de FOS e que esse valor de ingestão contribuiu para a diminuição das concentrações de hemoglobina glicada na população avaliada. Entretanto, foram realizados outros exames bioquímicos, tais como fruttosamina, glicemia e insulina de jejum antes e após a intervenção, os quais se mostraram conflitantes aos valores. Os autores destacam que os resultados encontrados no presente estudo, mesmo que conflitantes, devem-se, principalmente, à presença de alguns critérios limitantes que não foram levados em consideração no desenho do estudo, tais como doenças pregressas, fator de atividade física, utilização de medicamentos e quantidade real de ingestão de FOS pela amostra.

Satoh et al. (2014) de forma similar ofereceram, por via dietética, a yacon *in natura*. No entanto, em indivíduos com DM2, o consumo de 100g de yacon (8 g de FOS) não alterou a glicemia de jejum, insulina,

albumina glicada e HOMA-IR, após os meses avaliados, não havendo uma explicação técnica para tal desfecho. Entretanto, alguns marcadores, como o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α) e ácidos graxos livres (AGL), tiveram uma significativa redução de 10,3% e 9,8% respectivamente. Como conclusão, os autores sugerem que a suplementação de yacon a longo prazo pode atuar como um elemento importante na melhora do quadro de resistência à insulina induzida pelo quadro fisiopatológico do DM2, uma vez que ela seria capaz de diminuir a expressão de marcadores, tais como o TNF- α e o AGL, responsáveis pela diminuição da fosforilação do receptor de insulina e de tirosina (IRS), estando diretamente ligado na melhor sensibilidade ao hormônio insulina e possibilitando a melhora do metabolismo da glicose.

Tabela 1. Descrição das evidências selecionadas com seres humanos

Autor/Ano	Objetivo	Forma de utilização da yacon	Amostra	Quantidade e Período de administração	Forma de administração	Principais Resultados
Adriano et al. (2019)	Avaliar o efeito glicêmico e lipídico pós-prandial do xarope de yacon em mulheres adultas com peso normal e obesas.	Xarope	40 mulheres com idade entre 19 e 40 anos, com IMC entre 18,5 a 34,99 Kg/m ²	40 g/dia por 10 dias	Via Oral	Após administração do produto, notou-se que as concentrações de glicose e insulina sérica reduziram, em comparação com o grupo placebo nos seguintes tempos: 30 min para glicose e 15, 30 e 45 min para insulina.
Bianchi et al. (2021)	Avaliar o efeito da batata yacon sobre os parâmetros glicêmicos de idosos de uma instituição de longa permanência do município de Itajaí/Santa Catarina.	<i>in natura</i> adicionada ao suco de frutas.	23 idosos internados em uma instituição de longa permanência; idade superior a 60 anos; com DM e/ou resistência à insulina. Subdividida em 2 grupos, nomeados Grupo I e II. O Grupo I era composto por 12 indivíduos que possuíam o diagnóstico de DM e/ou resistência à insulina. Já o Grupo 2 era composto por 12 indivíduos sem diagnóstico.	24 g/dia por 35 dias	Via Oral	Observou-se que as taxas de hemoglobina glicada foram significativamente menores enquanto a frutosemia apresentou aumento significativo apenas no Grupo II. As concentrações de glicemia e insulina de jejum permaneceram semelhantes durante todo o período avaliado. As medidas antropométricas não sofreram alterações em ambos os grupos.
Dionísio et al. (2020)	Avaliar o impacto do consumo de xarope de yacon na glicemia, lipídios séricos e endotoxemia (lipopolissacarídeos - LPS) em indivíduos saudáveis através de um estudo de intervenção randomizado de 2 semanas controlado por placebo.	Xarope	32 indivíduos saudáveis, de ambos os sexos, com idade de 20 a 59 anos, IMC $\geq 18,5$ m ² , não fazem uso de hipoglicemiantes nem suplementação com fibras e FOS a pelo menos 30 dias prévios ao estudo.	40 g/dia por 14 dias	Via Oral	Destaca-se que o consumo do xarope de yacon por duas semanas não foi capaz de promover alterações nas taxas do LPS sérico em voluntários saudáveis. Além disso, o perfil glicêmico e lipídico também foi semelhante entre os grupos antes e após a intervenção. Entretanto, pode-se destacar que seja possível observar efeitos positivos da ingestão do xarope de yacon, apenas em uma intervenção de longo prazo.

Ribeiro et al. (2021)	Avaliar como o consumo de farinha de yacon e uma dieta com restrição energética afetam as concentrações de marcadores de glicação e investigar as associações entre esses marcadores e fatores ligados à obesidade em adultos com excesso de peso corporal.	Farinha	26 adultos, de ambos os sexos, com excesso de peso. Os indivíduos foram divididos de forma aleatória nos grupos: controle ou no grupo farinha de yacon. O grupo controle foi submetido a um placebo sem a adição da farinha de yacon, enquanto o grupo intervenção consumiu diariamente uma bebida de café da manhã contendo a farinha de yacon adicionada.	25 g de farinha de yacon contendo em média 8,7 g de FOS/dia por 6 meses Via Oral	Foi possível observar que AGES e produtos de glicação precoce não aumentaram o nível sérico no grupo que recebeu a bebida adicionada de farinha de yacon. Observa-se ainda que o receptor solúvel para AGES (sRAGE) diminuiu independentemente do grupo. Além disso, alterações nos AGES foram positivamente associadas com alterações na gordura corporal e nos níveis de sRAGE, com insulina e índice de avaliação do modelo de homeostase da resistência à insulina.
Satoh et al. (2014)	Investigar o efeito do consumo do tubérculo yacon durante 5 meses em pacientes portadores de diabetes mellitus tipo 2.	<i>in natura</i>	56 indivíduos portadores de DM tipo II, com idade entre 21 e 80 anos, de ambos os sexos. Os indivíduos foram divididos de forma aleatória em dois grupos.	Grupo 1: 100 g/dia; Grupo 2: 100 g de arroid/dia. Obs: Todos os participantes foram orientados a excluir da dieta alimentos ricos em FOS, como cebolas, alho poró etc. Via Oral	Destaca-se que o volume de 100 g dos produtos testados foi tolerado em ambos os grupos, sem efeitos adversos, como diarreia, gases ou náuseas. O peso corporal, o IMC e a PA dos indivíduos de ambos os grupos não apresentaram variações significativas ($p < 0,05$) durante o período de acompanhamento de 5 meses. Em relação aos parâmetros glicose, insulina, lipídios séricos e adipocinas, observa-se a mesma tendência não havendo variação significativa entre os grupos durante o tratamento. No entanto, lança luz sob a redução significativa dos níveis de FFA e TNF- α no grupo que ingeriu a yacon, em 10,3% e 9,8%, respectivamente.

Scheid et al. (2014)	Investigar o efeito de uma ingestão diária de um produto contendo 7,4 g de FOS obtido do pó liofilizado de yacon, por 9 semanas na glicose, metabolismo lipídico e trânsito intestinal de idosos.	72 idosos, de ambos os sexos, pó liofilizado	18 g/dia por 63 dias	Via Oral	Os autores destacam que a ingestão do produto adicionado em sua composição de yacon em pó, liofilizada, oferecendo cerca de 7,4 g de FOS, por 9 semanas, teve uma associação positiva, com a diminuição média da glicemia sérica. No entanto, a suplementação com o produto não foi capaz de apresentar redução nos níveis de lipídios séricos no grupo estudado.
----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	----------------------	----------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

g: gramas; DM: diabetes mellitus; LPS: lipopolissacarídeo; IMC: índice de massa corporal; AGEs: Produtos finais da glicação avançada; PA: Pressão arterial; FOS: frutooligosacarídeo; FFA: Ácidos graxos livres/ free fatty acids; TNF- α : Fator de necrose tumoral alfa/ *Tumor necrosis factor alpha*.

Ao diversificar a forma de apresentação da matriz alimentar, Dionísio et al. (2020) investigaram o impacto da ingestão do xarope de yacon ministrado durante 10 dias, em 32 indivíduos saudáveis na resposta glicêmica e lipídica e na endotoxemia metabólica, divididos em dois grupos. Um ingeriu 40 g de xarope/dia, o que equivale a 8,74 g/FOS e o outro grupo recebeu um placebo. Os autores constataram que, após o período de intervenção, a ingestão da yacon sob a forma de xarope não afetou os parâmetros analisados, os quais eram o estado nutricional, medido pelo IMC (kg/m²), circunferência da cintura (cm) e relação cintura quadril (RCQ) e os níveis séricos de colesterol total, colesterol HDL e triglicerídeos, além da glicemia de jejum, insulina sérica, apolipoproteínas B (Apo-B100) e proteína C reativa. Os autores apontam para uma melhor intervenção, buscando avaliar de forma longitudinal o consumo do produto em indivíduos diabéticos.

De forma comparativa, Adriano et al. (2019) apontam que existem incertezas acerca do uso do xarope de yacon, principalmente se ele é capaz de modular a glicose pós-prandial, dentre outros parâmetros. Os autores constataram que as concentrações de glicose sérica e insulina reduziram após a ingestão do xarope de yacon em comparação com o placebo, nos seguintes momentos: 30 min para glicose e 15, 30 e 45 min para insulina após a ingestão. Dito isto, os autores chegam à conclusão de que o xarope de yacon exerce um possível efeito pós-prandial na redução das concentrações de glicose e insulina em mulheres adultas. Vale ainda ressaltar que o mesmo efeito não foi evidente para a concentração de triglicerídeos, o que fomenta os achados no estudo de Dionísio et al. (2020), no qual também não foi identificado mudanças neste parâmetro analisado.

Scheid et al. (2014), em seu estudo feito com 62 de idosos saudáveis, notaram que a ingestão diária, por nove semanas de pó

liofilizado de yacon contendo cerca de 7,4 g de FOS, foi capaz de reduzir o nível de glicemia sanguínea, não influenciando, entretanto, nos lipídeos séricos ou na modulação intestinal. Esse resultado se mostra similar ao encontrado por Dionizio et al. (2020), o qual evidenciou que a ingestão de um xarope obtido da yacon, contendo cerca de 8,74 g FOS, não foi capaz de afetar os parâmetros lipídicos e endotoxêmicos séricos dos indivíduos avaliados. Contudo, os resultados apresentados levam a constatação de que a yacon no formato liofilizada apresenta uma melhor resposta quanto ao perfil glicêmico, e o seu consumo como ingrediente, no contexto de uma alimentação saudável, pode exercer um efeito favorável sobre o metabolismo da glicose.

Além dos estudos que vêm sendo realizados em seres humanos, nos estudos guiados em roedores diabéticos foram registrados bons resultados, que apresentam de forma geral um efeito significativo e positivo na ingestão de yacon na resposta glicêmica, como mostra a Tabela II.

Tabela 2. Descrição das evidências selecionadas com modelos animais

Autor/Ano	Objetivo	Forma de utilização da yacon	Amostra	Quantidade e Período de administração	Forma de administração	Principais Resultados
Dionísio et al. (2015)	Avaliar o efeito hipoglicêmico de uma bebida funcional composta de yacon e caju em roedores diabéticos induzidos por aloxana.	Bebida funcional de castanha de caju e maçã (50%) e yacon <i>in natura</i> (50%)	30 roedores, machos, divididos em 5 grupos.	100, 200 ou 400 mg da bebida /kg/ dia durante 30 dias	Gavagem	Os autores identificaram que houve uma significativa diminuição dos níveis séricos de glicose, com um importante desenvolvimento da comunidade de <i>Lactobacillus</i> à nível cecal dos animais. Destacam ainda, um aumento da atividade da catalase no fígado, o que se pode fomentar a capacidade antioxidante e aumento da proteção do sistema biológico.

<p>Analisar a atividade antioxidante <i>in vivo</i> e os efeitos benéficos das raízes de yacon, usando um modelo de diabetes induzido por estreptozotocina em roedores.</p>	<p>Farinha</p>	<p>18 ratos, machos, raça <i>wistar</i>, divididos em 3 grupos: 1. Roedores diabéticos; 2. Roedores diabéticos não tratados e 3. Roedores diabéticos tratados</p>	<p>O tratamento do grupo 3 consistiu na ingestão de 340 mg FOS/kg/dia por 90 dias</p>	<p>Após o tratamento, os autores observaram que a suplementação recebida pelo grupo 3 foi eficiente em reduzir os níveis séricos de malondialdeído em diferentes tecidos, como fígado e rim. No fígado, a expressão de superóxido dismutase e catalase mostrou-se menor nessa amostra (- 13,46 e - 64,33% respectivamente), quando comparada a roedores controle (grupo 2). No entanto, no grupo que recebeu o tratamento, nota-se um importante aumento nos níveis de glutatona peroxidase e glutatona, tanto no fígado (172,50 e 35,91% respectivamente), quanto nos rins (177,78 e 57,76% respectivamente). Por fim, os autores ainda destacam que o grupo tratamento (grupo 3), apresentou melhora nos níveis séricos de colesterol triglicérides, além da composição de ácidos graxos do fígado, quando comparado ao grupo não tratado.</p>
<p>Habib et al. (2015)</p>				<p>Via Oral</p>
<p>Avaliar os potenciais efeitos benéficos de um produto à base de yacon na saúde intestinal de ratas na pós-menopausa.</p>	<p>Produto à base de yacon</p>	<p>80 ratas, raça <i>wistar</i>, recém desmamadas (28 dias). Os animais foram randomizados em 4 grupos ovarietomizados (OVX) e 4 grupos celiotomizados tratados com dieta padrão (SD) ou dieta suplementada com o produto à base de yacon</p>	<p>Produto a base de yacon contendo 6% FOS/ inulina por 84 dias</p>	<p>Os autores destacam que não houve alteração nos níveis séricos de glicose e insulina nos roedores suplementados com o produto. Entretanto, foi possível identificar que o consumo do produto contendo o FOS/inulina potencializou um processo de hipertrofia das criptas intestinais dos animais, por conta da fermentação e produção de subprodutos como os ácidos graxos de cadeia curta.</p>
<p>Martins et al. (2022)</p>				<p>Via Oral</p>

Avaliar o efeito do yacon em parâmetros clínicos sob condições diabéticas.	32 ratos, machos, divididos em 4 grupos: controle; grupo que recebeu YRAE; grupo diabético não tratado; e grupo diabético tratado com YRAE.	0,76 g frutano/kg ⁻¹ peso corporal, em intervalos de 7 dias por 30 dias	O tratamento com YRAE reduziu os níveis de glicemia, colesterol total, VLDL-c, LDL-c e triacilglicerol em ratos diabéticos (YRAE). Os níveis de HDL, ureia e creatinina não diferiram entre os grupos Y e Y-DM1. YRAE normalizou a atividade da alanina aminotransferase (ALT) ao comparar ratos DM1 e Y-DM1, mas não teve efeito sobre a atividade da lactato desidrogenase (LDH).
Oliveira et al. (2013)	Extrato aquoso da raiz tuberosas		Gavagem
Avaliar possíveis efeitos do consumo da farinha de polpa de yacon sobre parâmetros biológicos e metabólicos, como consumo alimentar, ganho de peso, níveis séricos de glicose e excreção de lipídios fecais de ratos, e determinar o papel do índice glicêmico das dietas adicionadas desse ingrediente nesses parâmetros.	Farinha da polpa	24 ratos, raça <i>wistar</i> albinos, machos e saudáveis, divididos em 4 grupos (G). G1: controle; G2, 3 e 4 intervenções. Foi realizada a análise da glicemia de jejum e pós prandial e o teor de lipídios nas fezes após o consumo da dieta	A farinha da polpa de yacon, quanto à concentração nas dietas, não elevou a glicemia de jejum entre os grupos. A glicose pós-prandial dos animais declinou em diferentes picos de glicose pós-prandial nos grupos que ingeriram a farinha em relação ao controle, principalmente no grupo tratado com 15% da farinha, entre 30 e 60 min, confirmando a influência da fibra alimentar na resposta de absorção da glicose. A ingestão de farinha da polpa de yacon aumentou o arraste de lipídios para as fezes dos animais, proporcionalmente às quantidades da farinha adicionadas às dietas.
Pereira et al. (2016)		17 dias	Via Oral

Santos et al. (2017)	Elucidar a atividade antioxidante, anti-inflamatória e anti-hiperglicêmica do extrato hidroetanólico de folhas de <i>S. sonchifolius</i> no soro e músculo esquelético de ratos diabéticos induzidos por estreptozotocina.	40 ratos, raça <i>wistar</i> machos, induzidos ao DM pela estreptozotocina e aleatoriamente em 4 grupos. G1: Controle; G2: ratos normais, recebendo EHFY; G3: ratos diabéticos e G4: ratos diabéticos, recebendo EHFY	100 mg/kg de EHFY por 30 dias	Gavagem	Os autores puderam identificar que a insulina circulante se mostrou reduzida no grupo com diabetes quando comparada ao grupo controle, com melhora no quadro de hiperglicemia do grupo de roedores diabéticos tratados com o EHFY. Além disso, esse grupo mostrou maior atividade de catalase em relação aos outros grupos.
Vargas-Tineo et al. (2020)	Comparar o efeito hipoglicemiante do extrato aquoso de <i>Moringa oleifera</i> (moringa), <i>Smallanthus sonchifolius</i> (yacon) e metformina em <i>Rattus norvegicus</i> , variedade albina, com Diabetes Mellitus induzida	24 ratos, albinos e machos Holtzman, induzidos ao DM2 por aloxano.	140 mg/Kg por 15 dias	Sonda orogástrica	A redução da glicemia foi observada nos tratamentos: <i>M. Oleifera</i> , <i>S. sonchifolius</i> e metformina, a 313 mg/dL, 281,5 mg/dL e 415 mg/dL, respectivamente. Em relação à comparação da glicemia observou-se que em 24 horas e quatro dias de tratamento não houve diferença significativa ($p < 0,05$), enquanto, no oitavo e décimo quinto dia, os grupos tratados apresentaram glicemia menor em relação ao controle, mas semelhante entre eles.

Legenda: DM1: Diabetes Mellitus 1; DM2: Diabetes Mellitus 2; EHFY: Extrato hidroetanólico de folhas de yacon; FOS: frutooligosacarídeos; G: grupo; Kg: quilograma; LDL-c: low density lipoprotein; mg: miligrama; VLDL-c: Very low-density lipoprotein; YRAE: Extrato aquoso da raiz de yacon.

Martins et al. (2022) avaliaram os potenciais efeitos benéficos de um produto à base de yacon no perfil glicêmico e na saúde intestinal de ratas na pós-menopausa. Para isso, utilizaram 80 ratas wistar randomizadas em 4 diferentes grupos de acordo com suas condições de saúde (ovariectomizadas ou ce-liotomizadas). Foi observado que os animais alimentados com a dieta contendo o produto apresentaram uma hipertrofia das criptas intestinais, além de um importante aumento na população de células imunorreativas do peptídeo semelhante ao glucagon-1 (GLP-1), não interferindo nos níveis séricos de glicose e insulina em ratas ovariectomizadas, alimentadas com a bebida. Entretanto, eles apontam que os achados na pesquisa indicam que o produto à base de yacon, quando consumido previamente ou após a menopausa, tem importante efeito no que diz respeito à morfologia e funcionalidade intestinal, atuando de forma indireta na modulação do perfil glicêmico e insulínico.

De forma similar, também buscando avaliar a eficácia de um produto no qual a yacon é adicionada, Dionísio et al. (2015) avaliaram o efeito hipoglicemiante de uma bebida funcional composta de yacon e caju em ratos diabéticos induzidos por aloxana. Após o período de exposição ao produto, os resultados mostraram uma importante diminuição dos níveis de glicose plasmática, fomentando que a yacon e o caju possuem uma significativa propriedade hipoglicemiante, atuando no manejo do estado diabético, quando inseridos em um contexto dietético. Esse efeito prebiótico exercido pela raiz de yacon já é amplamente conhecido no contexto dietético, principalmente por conta de seus efeitos específicos na composição ou na atividade da microbiota intestinal, contribuindo benefícios como a modulação glicêmica ao hospedeiro (BIANCHI et al. 2021).

Novos ingredientes têm sido investigados para que possam atender às exigências do

mercado consumidor, que atualmente tem demandado por produtos com qualidades sensoriais e nutricionais associada a benefícios para a saúde. Um desses novos ingredientes são as farinhas, as quais exercem papel de destaque quando inseridas nas diversas preparações culinárias, podendo atuar como ferramenta auxiliar no manejo de diversas patologias, tais como o DM. Dito isto, identificar as potencialidades hipoglicemiantes de farinhas obtidas da yacon torna-se alvo de diversas pesquisas no cenário científico global (DA SILVA; ORLANDELLI, 2019).

Pereira *et al.* (2016) constataram que o consumo de farinha de yacon, em relação à concentração nas dietas foi benéfico, porque não proporcionou elevação da glicemia de jejum entre os grupos. Além disso, a glicemia pós-prandial dos animais testados apresentou um declínio em diferentes picos entre os grupos, quando comparado ao controle, e o grupo que recebeu a maior concentração de farinha (G4 = 15%) teve destaque para este parâmetro avaliado. Portanto, aponta-se a tendência de que a farinha de yacon caracteriza-se como uma fonte alimentar/dietética de alta potencialidade de exploração no contexto de saúde, principalmente quando o foco está na prevenção e no manejo de doenças, tais como o DM, apresentando um efeito direto na resposta glicêmica.

De forma similar, Habib et al. (2015) utilizaram a farinha de yacon como suplemento dietético. No contexto geral do diabetes, o estudo demonstrou que a suplementação com farinha de yacon induziu uma diminuição significativa de malondialdeído, tanto no fígado quanto nos rins dos animais. Ademais, os níveis plasmáticos de peroxidação lipídica, colesterol e triglicerídeos, além de a composição de ácidos graxos liberados pelo fígado, que sofreram alteração em ratos diabéticos, retornaram para a normalidade mediante tratamento de forma suplementar com yacon. Os autores associam tal efeito à

presença de compostos fenólicos presentes na farinha, uma vez que esses compostos, com seus grupamentos hidroxilas, são capazes de reduzir os intermediários oxidados da peroxidação lipídica induzida por radicais livres.

Observa-se, assim, que componentes encontrados em diversas partes dos alimentos consumidos *in natura* são ótimas fontes de substâncias funcionais. Além da raiz tuberosa, partes não convencionais da yacon também despontam um interesse e mostram-se eficazes no controle do DM. Os resíduos alimentares representam perdas de matéria-prima e energia, além de potencializar problemas inerentes de seu descarte ao meio ambiente. Dito isto, destaca-se que o reaproveitamento dos resíduos e partes não convencionalmente consumidas da yacon podem agregar valor ecológico e funcional a diversos produtos (DA SILVA; ORLANDELLI, 2019).

Vargas – Tineo et al. (2020) identificaram uma importante redução dos níveis glicêmicos nos grupos tratados com os extratos. Destaca-se que, no processo de obtenção dos extratos durante a decocção das folhas de yacon, compostos fenólicos, como os ácidos cafeico, clorogênico, quercetina e dicafeoilquínico, são liberados e contribuem diretamente com o efeito hipoglicemiante, promovendo regulação do metabolismo da glicose e insulina. Ao comparar os grupos tratados com o controle, inicialmente os autores não identificaram uma diferença significativa ($p > 0,05$) até o 5º dia de intervenção, entretanto, a partir do 8º dia de tratamento até o final do período, todos os grupos tratados apresentaram valores de glicemia menores que o grupo controle, com semelhanças entre eles.

Em tempo, ainda se utilizando das folhas, Santos et al. (2017) testaram os efeitos do extrato hidroetanólico de folhas de yacon sobre biomarcadores antioxidantes, glicêmicos e inflamatórios de ratos diabéticos. Houve rela-

tos de uma redução significativa da glicemia, um aumento na concentração de insulina e uma diminuição na concentração de triglicérides séricos em ratos diabéticos induzidos por estreptozotocina, após a administração oral do extrato. Esse mecanismo pode ser explicado pela melhoria da glicorregulação e melhora dos parâmetros de estresse oxidativo e inflamação, particularmente nesses ratos portadores do diabetes.

Considerações Finais

O presente estudo demonstrou e caracterizou trabalhos que utilizaram a raiz de yacon como um alimento com propriedades funcionais no tratamento alternativo ou coadjuvante para terapia do DM. Destaca-se que a raiz yacon, antes pouco difundida e popularizada no Brasil, desponta seus inegáveis benefícios para a prática medicinal, atuando como uma matriz alimentar promissora de exploração. Os estudos aqui discutidos evidenciam os seus benefícios no perfil glicêmico, além de contribuições significativas na redução do estresse oxidativo, no potencial anti-inflamatório e importantes atuação na interface do controle lipídico. Entretanto, vale ressaltar que, em humanos, o consumo de AF de forma isolada, sem o acompanhamento de um profissional devidamente capacitado, pode não culminar nos mesmos resultados.

Destaca-se também que, apesar dos reconhecidos benefícios atrelados à raiz tuberosa no Brasil, as áreas plantadas bem como a sua distribuição e comercialização é bem restrita, logo evidencia-se a importância da realização de mais pesquisas e da ampla divulgação a respeito das potencialidades da espécie para o plantio em diferentes tipos de condições climáticas.

Ademais, aponta-se a necessidade de delimitar e implementar técnicas de processamento para que a raiz comporte-se de

forma positiva no período pós-colheita, fazendo com que os seus produtos contenham maiores teores dos componentes de interesse, tais como os FOS e os polifenóis, além de

apresentarem características que tornem o consumo mais atrativo e popular, permitindo sua inserção no contexto dietético de pacientes portadores do diabetes e outras patologias.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- ADRIANO, L. S. DIONÍSIO, A. P., ABREU, F., CARIOCA, A., ZOCCOLO, G. J., WURLITZER, N. J., PINTO, C. O., de OLIVEIRA, A. C., & SAMPAIO, H. Yacon syrup reduces post prandial glycemic response to breakfast: A randomized, crossover, double-blind clinical trial. **Food Research International**, v. 126, 2019.
- ALBUQUERQUE, E.N.; ROLIM, P.M. Potencialidades do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) no Diabetes Mellitus. **Revista de Ciências Médicas**, v. 20, n. 3- 4, p. 99-108, 2011.
- ALMEIDA, N.T. **Utilização de farinhas de linhaça e de batata yacon na elaboração de bolos como alternativa para pacientes com Diabetes Mellitus**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Nutrição) - Curso de Nutrição da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.
- BARREIROS, R. C.; BOSSOLAN, G.; TRINDADE, C. E. P. Frutose em humanos: efeitos metabólicos, utilização clínica e erros inatos associados. **Revista de Nutrição**, v. 18, n. 3, 2005.
- BARONI, S.; ROCHA, B. A.; MELO, J. O.; COMAR, J. F.; CAPARROZ-ASSEF, S. M.; BERSANI-AMADO, C. A. Hydroethanolic extract of *Smallanthus sonchifolius* leaves improves hyperglycemia of streptozotocin induced neonatal diabetic rats. **Asian Pacific Journal of Tropical Medicine**, v. 9, n. 5, p. 432-436, 2016.
- BIANCHI, A. P.; FELIPE, M. R.; MALAQUIAS, P. S.; CENTURION, E.B.S. Efeito da batata yacon (*Smallanthus sonchifolia*) sobre os parâmetros glicêmicos de idosos institucionalizados. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição**, v. 12, n. 1, p. 40-51, 2021.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 48**, de 16 de março de 2004. Dispõe sobre o registro de medicamentos fitoterápicos. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/rdc0048_16_03_2004.html. Acesso em: 04 set. 2022.
- BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde**. 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>. Acesso em: 06 dez. 2021.
- CAETANO, B. F.; MOURA, N.A.; ALMEIDA, A. P. S.; DIAS, M. C.; SIVIERI, C.; BARBISAN, L. F. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) as a Food Supplement: Health-Promoting Benefits of Fructooligosaccharides. **Nutrients**, v. 8, n. 7, p. 436, 2016.

- CELEMI, L. G. A.; LEMOS, A. G.; SOUZA, J. C.; SANTOS, J. C.; MUNHOZ, M. P.; LOPES, J. F. Análise de prontuários segundo a prevalência do consumo de alimentos ricos em probióticos. **Revista Saúde UniToledo**, v. 1, n. 2, p. 96-109, 2017.
- DA SILVA, V. S.; ORLANDELLI, R. C. Desenvolvimento de alimentos funcionais nos últimos anos: uma revisão. *Rev. Uningá*, v.56, n. 2, 182-94, 2019. Disponível em: <https://revista.uninga.br/uninga/article/view/1110>.
- DIONÍSIO, A. P.; SILVA, M. F. G.; CARIOCA, A. A. F.; ADRIANO, L. S.; ABREU, F. A. P.; WURLITZER, N. J.; PINTO, C. O.; PONTES, D. F. Effect of yacon syrup on blood lipid, glucose and metabolic endotoxemia in healthy subjects: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 1, p. 194-201, 2020.
- DIONÍSIO, A. P.; CARVALHO-SILVA, L.B.; VIEIRA, N.M.; GOES, T.S.; WURLITZER, N. J.; BORGES, M. F.; BRITO, E. S.; LONTA, M.; FIGUEIREDO, R. W. Cashew-apple (*Anacardium occidentale* L.) and yacon (*Smallanthus sonchifolius*) functional beverage improve the diabetic state in rats. **Food Research International**, v. 77, p. 171-176, 2015.
- FRANZ, M. J.; EVERT, A. B. Terapia de Nutrição Médica para Diabetes Mellitus e Hipoglicemia de Origem não diabética. *In: MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. Krause. Alimentos, Nutrição e Dietoterapia*. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2018.
- HABIB, N. C.; SERRA-BARCELONA, C.; HONORÉ, S. M.; GENTA, S.B.; SÁNCHEZ, S. Yacon roots (*Smallanthus sonchifolius*) improve oxidative stress in diabetic rats. **Pharmaceutical biology**, v. 53, n. 8, p. 1183-1193, 2015.
- KHALES, S., BELLISSIMO, N., VANDELANOTTE, C., WILLIAMS, S., STANLEY, D., & IRWIN, C. (2019). A review of probiotic supplementation in healthy adults: helpful or hype? **European journal of clinical nutrition**, v.73, n.1, p.24-37, 2019.
- KHOKHLA, M.; HORBULINSKA O.; HACHKOVA H.; MISHCHENKO L.; SHULGA O.; VILDANOVA R.; SYBIRNA N. Yacon's (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. and Endl.) Effects on Postprandial Glucose under Experimental Diabetes Mellitus. **Academia Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 4, n. 2, p. 36-43, 2016.
- MACEDO, L. L.; VIMERCATI, W. C.; ARAÚJO, C. S. Fruto-oligossacarídeos: aspectos nutricionais, tecnológicos e sensoriais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, e2019080, 2020.
- MARTINS, J. F. L. SOUZA-SILVA, T.G.; PAULA, H.; RAFAEL, V.; SARTORI, S.; FERREIRA, C. Yacon-based product improves intestinal hypertrophy and modulates the production of glucagon-like peptide-1 in postmenopausal experimental model. **Life Sciences**, v. 291, 120245, 2022.
- MEJÍA VÁSQUEZ, A.; ZULOETA GUERRERO, D.; PALACIOS MORALES, F. Efecto hipoglucemiante del consumo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en ratones diabéticos tipo 2 inducidos con aloxano. **Revista Científica de Ciencias de la Salud**, v. 9, n. 1, p. 72-78, 2016.
- MORO, T. M. A.; CLERICE, M. T. P. S. Burdock (*Arctium lappa* L) roots as a source of inulin-type fructans and other bioactive compounds: Current knowledge and future perspectives for food and non-food applications. **Food Research International**, v. 141, 109889, 2021.
- OLIVEIRA, G. O.; BRAGA, C. P.; FERNANDES, A. A. H. Improvement of biochemical parameters in type 1 diabetic rats after the roots aqueous extract of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.)] treatment. **Food and Chemical Toxicology**, v. 59, p. 256-260, 2013.
- ORIOLO, L.; HERMANS, M. P.; THISEN, J. P.; MAITER, D.; VANDELEENE, B.; YOMBI, J. C. COVID-19 in diabetic patients: Related risks and specifics of management. **Ann Endocrino**, v. 81, n. 2-3, p.101-109, 2020.

- PEREIRA, J. A. R.; BARCELOS, M.F.P.; FERREIRA, E.B.; PEREIRA, R.C.; ANGELIS-PEREIRA, M.C. Changes in glucose levels and fecal excretion of lipids due to consumption of yacon flour. **Nutrition & Food Science**, v. 46, n. 6, 2016.
- RIBEIRO, P. V. M.; MACHADO, A. M.; SILVA, N. B. M.; OLIVEIRA, L. L.; ALFENAS, R. C. G. Effect of the consumption of yacon flour and energy-restricted diet on glycation markers, and association between these markers and factors linked to obesity in adults with excess body weight: A randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **Nutrition**, v. 91, 2021.
- ROCHA, D. M. U. P.; RIBEIRO, P.V.M.; CALDAS, A.P.S.; SILVA, B.P.; SILVA, A.; ALMEIDA, A.P.; SILVA, N.B.M.; MACHADO, M.A.; ALFENAS, R.C.G. Acute consumption of yacon shake did not affect glycemic response in euglycemic, normal weight, healthy adults. **Journal of Functional Foods**, v. 44, p. 58-64, 2018.
- SANTOS, K. C.; BUENO, B. G.; PEREIRA, L. F.; FRANCISQUETI, F. V.; BRAZ, M. G.; BINCOLETO, L. F.; DA SILVA, L. X.; FERREIRA, A.; NAKAMUNE, A.; CHEN, C. O.; BLUMBERG, J. B.; & CORRÊA, C. R. Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) Leaf Extract Attenuates Hyperglycemia and Skeletal Muscle Oxidative Stress and Inflammation in Diabetic Rats. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2017, p.9, 2017.
- SALES, R. L. COSTA, N. M. B. Yacon: Aspectos Nutricionais, Tecnológicos e Funcionais. In: COSTA, N.M.B.; ROSA, C.O.B. **Alimentos Funcionais-Componentes Bioativos e Efeitos Fisiológicos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Ed. Rubio, 2010. p. 229-242.
- SALVADOR, A.C.; DANTAS, M. I. S.; VASCONCELOS, C. M.; VANETTI, M.C.D.; RIBEIRO, S.M.R.; NERY-ENES, B.; NELSON, J. D.; MARTINO, H.S.D. Desarrollo de jalea de yacon de reducido valor calórico: caracterización físico-química, microbiológica y sensorial. **Revista Chilena de Nutrition**, v. 39, n. 3, 2012.
- SATOH, H., AUDREY NGUYEN, M. T., KUDOH, A., & WATANABE, T. Yacon diet (*Smallanthus sonchifolius*, Asteraceae) improves hepatic insulin resistance via reducing Trb3 expression in Zucker fa/fa rats. **Nutrition & Diabetes**, v. 3, n. 5, e70, 2013.
- SATOH, H.; KUDOH, A.; HASEGAWA, K.; HIRAI, H.; WATANABE, T. Yacon supplementation reduces serum free fatty acids and tumor necrosis factor alpha concentrations in patients with type 2 diabetes. **Diabetology International**, v. 5, p.165-174, 2014.
- SCHEID, M.M. A.; GENARO, P.S.; MORENO, Y.M.; PASTORE, G.M. Freeze-dried powdered yacon: Effects of FOS on serum glucose, lipids, and intestinal transit in the elderly. **European journal of nutrition**, v. 53, n.7, p.1457-1464, 2014.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DIABETES (SBD). **Diretrizes da Sociedade Brasileira de Diabetes 2019-2020**. 2019. Disponível em: <http://www.saude.ba.gov.br/wp-content/uploads/2020/02/Diretrizes-Sociedade-Brasileira-de-Diabetes-2019-2020.pdf>. Acesso em: 04 set. 2022.
- SOUZA, T.G.S.; COSTA, L. H.; MARQUES, D.V.B.; PAULA, H. A. A. Perfil glicêmico: Efeito da estreptozotocina e do yacon (*Smallanthus sonchifolius*) em ratos Wistar. **Revista da Sociedade Brasileira de Ciência em Animais de Laboratório**, v.5 n.1, p. 35-44, 2017.
- VARGAS-TINEO, O. W. SEGURA-MUÑOZ, D. M.; BECERRA-GUTIÉRREZ, L. K.; AMADO-TINEO, J. P.; SILVA-DÍAZ, H. Efecto hipoglicemiante de *Moringa oleifera* (moringa) comparado con *Smallanthus sonchifolius* (yacón) en *Rattus norvegicus* con diabetes mellitus inducida. **Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública**, v.37, n. 3, p. 478-484, 2020.
- YAN, M. R.; Welch, R.; Rush, E. C.; Xiang, X.; Wang, X. A Sustainable Wholesome Foodstuff; Health Effects and Potential Dietotherapy Applications of Yacon. **Nutrients**, v. 11, n. 11, p. 2632, 2019.

ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS GERADOS NA PRODUÇÃO DE SUCO DE LARANJA INTEGRAL PASTEURIZADO COM E SEM A INCORPORAÇÃO DA FASE AGRÍCOLA

Study of the environmental impacts generated in the production of whole pasteurized orange juice with and without incorporation of the agricultural phase

Amanda Freitas Lima de Almeida^{1*}, Laura Helena Telmo Rios², Ilana Racowski¹

¹Faculdade de Tecnologia Termomecânica, São Bernardo do Campo, Brasil.

*E-mail: amanda_fla12@yahoo.com.br

Data do recebimento: 09/06/2022 -Data do aceite: 13/09/2022

RESUMO: Sendo a laranja uma das principais frutas produzidas mundialmente e, tendo em vista que o Brasil é um dos maiores produtores da fruta, a qual gera de 50% a 60% de resíduo da massa inicial ao se obter seu suco, é extremamente relevante a realização do estudo de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) dessa produção. Esse estudo, baseado em uma relação de entradas e saídas ao longo de toda a cadeia produtiva do suco, permite identificar as etapas mais críticas que influenciam e promovem os impactos ambientais. A identificação dessas etapas é fundamental para auxiliar na compreensão de quais medidas devem ser tomadas e aumentar a eficácia delas, visando a tornar a produção mais amigável para o meio ambiente. Nesse cenário, o presente trabalho buscou, por meio da ACV, contabilizar os principais impactos das etapas de fabricação do suco de laranja, tanto desconsiderando a fase agrícola, quanto incluindo-a. Os resultados revelaram que as etapas de pasteurização e envase tiveram participação significativa nos impactos ambientais ao desconsiderar a fase agrícola. Já contabilizando tal fase, foi possível observar sua contribuição em todos os impactos ambientais analisados, sendo a depleção do ozônio estratosférico, a eutrofização marinha e o uso de terra os mais afetados por ela.

Palavras-chave: ACV. Cadeia produtiva do suco de laranja. Etapas críticas. Repercussão ambiental.

ABSTRACT: Since orange is one of the main fruit globally produced and considering that Brazil is one of the largest producers of this fruit, which generates 50% to 60% of residue from the initial mass when its juice is obtained, a study on the Life Cycle Assessment (LCA) of this production is extremely relevant. This study, based on a list of inputs and outputs along the entire juice production chain, allows the identification of the most critical steps that influence and promote environmental impacts. The identification of these steps is fundamental to help understand which measures should be taken and to increase their effectiveness, aiming to make the production more environmentally friendly. In this scenario, the present work sought, through LCA, to account the main impacts of the orange juice production steps, both disregarding the agricultural phase and including it. The results revealed that the pasteurization and bottling stages had a significant participation in the environmental impacts when disregarding the agricultural phase. Accounting this phase, it was possible to observe its contribution in all the environmental impacts analyzed, such as stratospheric ozone depletion, marine eutrophication and land use which is the most affected by it.

Keywords: LCA. Orange juice production chain. Critical steps. Environmental impact.

Introdução

Trazida ao Brasil pelos colonizadores e atualmente considerada um patrimônio nacional, mais especificamente do estado de São Paulo, a laranja é amplamente difundida e cultivada no país. Cerca de 12 mil fazendas cultivam essa fruta e são responsáveis por 34% da produção mundial de laranja. Seu subproduto mais conhecido e consumido é no formato de suco, representando 46% na paleta de sabores de sucos apreciados no mundo (CITRUSBR, 2017; MALISZEWSKI, 2021).

Os cítricos, categoria na qual a laranja se encaixa, estão entre as principais frutas produzidas mundialmente, ficando atrás somente da banana; além disso o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo, atrás da China e da Índia, sendo o líder quando se trata da produção de laranja (FAO, 2021). A produção global dessa fruta cítrica totalizou 48,6 milhões de toneladas na safra 2020/21; representando um aumento de

5,5% em relação a 2019/20, e tal aumento se deve aos desempenhos brasileiro e mexicano (WHITAKER, 2021; USDA, 2021). A produção brasileira, no ano de 2020, foi de aproximadamente 15,8 milhões de toneladas em uma área de 586 mil de hectares e a estimativa para o ano de 2021, feita em julho do mesmo ano, é de 14,6 milhões em 585 mil hectares (IBGE, 2021).

Segundo o Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/sudoeste mineiro (2021), em cooperação com Markestrat, FEA-RP/USP e FCAV/Unesp, a estimativa da safra de laranja 2021/22 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro é de 294,17 milhões de caixas de 40,8kg cada, totalizando 12 milhões de toneladas. E quando comparada à safra anterior (2020/21), que foi de 268,63 milhões de caixas, totalizando 11 milhões de toneladas; a projeção atual aponta um aumento de 9,51%. Entretanto, ainda há queda na média das últimas dez safras em, aproximadamente,

35 milhões de caixas, o que representa uma diminuição de 10,53%.

Os sucos em geral são definidos pelo art. 18 do Decreto nº 6.871 de 2009 como sendo bebidas não fermentadas, não concentradas e não diluídas, destinadas ao consumo, obtidas da fruta madura e sã, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetida à tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo (BRASIL, 2009). Em relação ao suco de laranja, os processamentos tecnológicos mais habituais são pasteurização e esterilização. A primeira utiliza temperaturas mais brandas e, portanto, não há destruição dos microrganismos deteriorantes e há necessidade de o produto ser armazenado e vendido sob refrigeração. Enquanto a esterilização utiliza temperaturas mais altas que a pasteurização ocasionando uma maior destruição de microrganismos, possibilitando a conservação em temperatura ambiente (FORC, s. d.).

O processamento da laranja até a comercialização do seu suco envolve uma série de operações industriais, quais sejam: recepção e pré-seleção das frutas; armazenamento; lavagem e classificação; extração; filtração e centrifugação; pasteurização; envase e armazenamento. Ao receber, pré-selecionar, lavar e classificar as laranjas, têm-se perdas devido ao descarte de frutas não conformes, podres ou com danos visíveis. Durante a extração, a cada 100kg da fruta, obtém-se 44,81kg de suco, ou seja, os 55,19kg restantes são resíduos. A filtração e a centrifugação geram rejeitos sólidos como sementes e excesso de polpa. E o envase pode contribuir com o descarte de embalagens defeituosas; as demais etapas não originam resíduos explícitos como nas citadas anteriormente, mas ainda assim impactam significativamente o meio, em função do uso de energia elétrica, uso de água, produção de efluentes líquidos, emissões atmosféricas (materiais particulados,

gases de queima de combustível e emissões odoríferas) e produção de energias térmica, sonora e vibratória (YAMANAKA, 2005; TETRA PAK, 2018).

Diante desses impactos causados na produção do suco, é necessário compreender a abordagem de desenvolvimento sustentável adotada pela Agenda 21 Brasileira, que apresenta como um dos seus objetivos principais a agricultura sustentável (PEREIRA, 2008). Por essa razão, vários autores têm estudado e discutido a sustentabilidade da atividade agrícola, buscando uma forma adequada e exequível de avaliá-la. Entretanto, a definição de sustentabilidade agrícola, bem com sua avaliação, é difícil e complexa, pois, como dependem de condições locais, as práticas de manejo sustentáveis variam de região para região. Porém, diversos indicadores têm sido utilizados para a avaliação do desempenho ambiental agrícolas, incluindo análises físico-químicas, como qualidade do solo e da água, que indicam o estado geral do sistema; medidas de desempenho, como intensidade de uso de fertilizantes e de pesticidas; manejo agrícola, uso e ocupação do solo; consumo energético e de recursos naturais como a biodiversidade, porcentagem de recursos renováveis utilizados, entre outros (PEREIRA, 2008).

Os indicadores fornecem uma visão ampliada do desempenho ambiental, porém, para uma análise de todo o impacto causado pelo uso do produto de origem agrícola, deve-se incluir toda a cadeia produtiva, desde a produção dos insumos agrícolas até o consumo final; ou seja, avaliar todo o ciclo de vida do produto, sendo que os indicadores adotados também devem ser capazes de avaliar, além da etapa agrícola propriamente dita, todas as etapas envolvidas na produção e consumo do produto avaliado, incluindo transportes, pré-processamentos, processamentos, produção dos insumos e suas embalagens, tratamento de resíduos, etc. (PEREIRA, 2008). Essa

abordagem ampliada da sustentabilidade de produtos agrícolas pode ser realizada a partir da utilização da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV).

Com a intenção de contabilizar o impacto ambiental potencial, em relação às entradas e saídas durante o ciclo de vida de um produto ou atividade, utiliza-se a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Tal ciclo tem início na extração dos recursos naturais - como água, minérios, florestas, petróleo, entre outros - para a fabricação do produto ou desenvolvimento da atividade, e tem seu fim ao ser descartado e devolvido à natureza - gerando resíduos (frutas descartadas, polpa e bagaço), subprodutos (ração animal, D-Limoneno, pectina, biogás, etanol, óleos essenciais e farelo de polpa cítrica) e emissões (vapores e gás de efeito estufa) para a água, terra e ar (SUZUKI, 2019). Além disso, por meio da ACV, é possível constatar quais pontos críticos do processo têm maior contribuição para o impacto ambiental, bem como a implantação de melhorias ou alternativas para o caso estudado (MOURAD; GARCIA; VILHENA, 2002; COLTRO, 2007).

Há quatro fases na ACV de acordo com a norma NBR ISO 14040 São elas: 1. definição de objetivo e escopo, 2. análise de inventários, 3. avaliação de impacto e 4. interpretação; e para alcançar o resultado desejado é necessário o desenvolvimento correto de cada fase e a harmonização entre elas. A primeira fase é destinada ao planejamento do estudo - fronteiras, objetivo claro e finalidade dos resultados; durante a segunda fase faz-se o levantamento, compilação e quantificação das entradas e saídas dos recursos utilizados. Na terceira fase, analisa-se a intensidade e o significado dos resultados, classificando, caracterizando e ponderando-os e por fim, na quarta fase, relaciona-se os resultados aos objetivos do escopo para se obter conclusões e tomar medidas cabíveis (MOURAD; GARCIA; VILHENA, 2002).

A avaliação e planejamento permitem que o desenvolvimento econômico e ações benéficas ao meio ambiente avancem concomitantemente e, como os resíduos originados no beneficiamento da laranja correspondem de 50% a 60% da massa inicial da fruta *in natura* (JOHN; MUTHUKUMAR; ARUNAGIRI, 2017; PUTNIK, KOVAČEVIĆ, JAMBRAK; BARBA, 2017; ZANATTA, 2017), é necessário realizar um estudo no cenário da indústria de suco de laranja, abordando as diversas rotas de aproveitamento dos resíduos gerados, incluindo simultaneamente critérios técnico-econômicos e ambientais, avaliando-se, assim, alternativas de processo de maneira sistemática, levando em consideração a minimização de impactos ambientais associados a cada alternativa possível de valorização dos resíduos ao mesmo tempo em que promovam desempenho financeiro satisfatório, criando também novas oportunidades e vantagens competitivas, associando a imagem da companhia à consciência ecológica (ZANATTA, 2017). Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar, através da metodologia de avaliação de ciclo de vida, os impactos ambientais da fabricação de SLIP, com e sem a consideração da sua fase agrícola.

Material e Métodos

A pesquisa aqui apresentada pode ser classificada como de natureza – aplicada, concentrando-se na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções (FLEURY; DA COSTA WERLANG, 2017; THIOLENT, 2009); de abordagem do problema – qualitativa propondo melhorias ao sistema produtivo e quantitativa através de números de dados do ciclo de vida da produção do SLIP (Suco de laranja integral pasteurizado); de objetivos – descritiva, pelo fato de conseguir descrever

as características ambientais e/ou produtivas de um SLIP; e de métodos técnicos - estudo de caso, que é considerado o método mais adequado para se estudar um fenômeno atual dentro de um contexto real (YIN, 2001), reunindo informações detalhadas e sistemáticas (PATTON, 2002), ajudando o entendimento do contexto, sem esquecer da representatividade (LLEWELLYN; NORTHCOTT, 2007), centrando-se na compreensão da dinâmica do contexto real (EISENHARDT, 1989) permitindo o seu amplo e detalhado conhecimento sobre o assunto estudado (GIL, 2007).

Para a metodologia empregada neste trabalho conseguir determinar possíveis melhorias ambientais na produção do SLIP, primeiramente foi necessário fazer o estudo da Avaliação do seu Ciclo de Vida (ACV do SLIP). Para a condução deste trabalho foram adotadas as normas ISO 14040 e 14044 (ABNT, 2009a, ABNT 2009b) que estabelecem as diretrizes para se conduzir e aplicar um estudo de ciclo de vida. Assim a realização da ACV ocorreu durante suas quatro fases, sendo elas: 1ª Fase: Definição de Objetivo e Escopo, 2ª Fase: Análise de Inventário do Ciclo de Vida, 3ª Fase: Avaliação de Impactos e por final 4ª Fase: Interpretação.

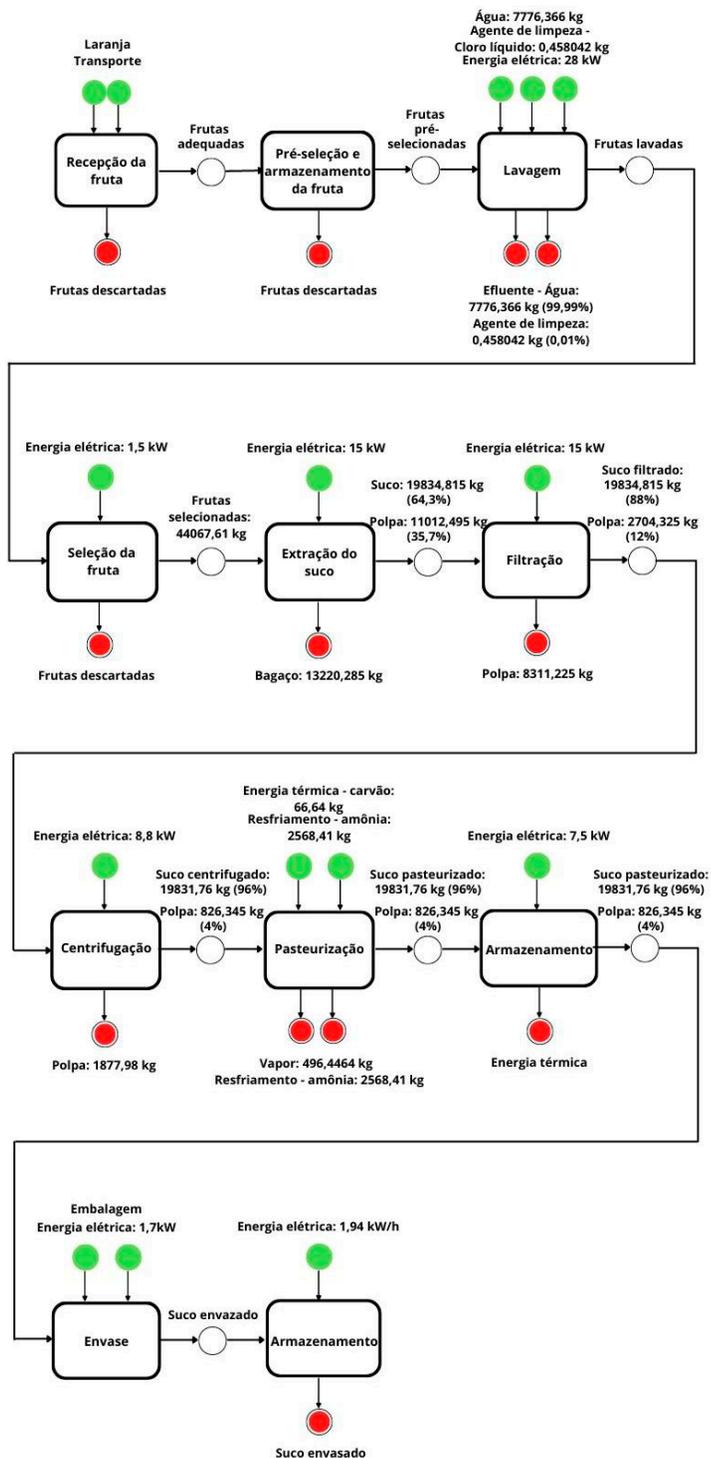
Todos os dados obtidos nas fases 1, 2 e 3 foram alimentados e modelados no *Software SimaPro v.9.1* (com interatividade com a Base de Dados de Inventários do Ciclo de Vida Ecoinvent v.3.2), que utilizando o método de avaliação ReCiPe 2016 Midpoint (H), mostrou o real cenário ambiental da produção e/ou produto SLIP. Os impactos potenciais totais observados foram: o impacto de mudança climática, depleção do ozônio, depleção do metal, acidificação terrestre, eutrofização aquática (água doce), eutrofização aquática (marinha), toxicidade humana, formação de oxidantes fotoquímicos, formação de matéria particulada e ecotoxicidade terrestre.

Para que a modelagem pudesse ser executada, algumas premissas foram levadas em conta:

- Foi considerada para a avaliação de ciclo de vida a produção do SLIP do berço (fazenda – desde a extração dos recursos naturais) ao portão da empresa, ou seja, antes do produto pronto (SLIP embalado em garrafas de 1l) ser transportado para o consumidor. A fase de utilização e fase de eliminação do produto serão omitidas nesse caso.
- A unidade funcional foi definida como um litro de SLIP em garrafa PET de 1,0 l, produzido no estado de São Paulo.
- O inventário do ciclo de vida da produção de SLIP abrangeu toda a cadeia produtiva. A primeira etapa foi o cultivo das laranjas, que foram transportadas diretamente para a planta de processamento do suco, chegando até o envase.
- Na unidade de processamento de SLIP há produção de coprodutos, como ração animal, óleos essenciais e D-Limoneno. O processamento posterior desses coprodutos, a princípio, foram considerados na fronteira do estudo.
- A infraestrutura da empresa não foi considerada no inventário.
- A gestão de resíduos foi contabilizada no estudo de ACV.
- Os processos de reciclagem não estavam incluídos (abordagem de corte).
- Os dados de eletricidade (de baixa tensão) e água filtrada utilizados no inventário foram os brasileiros.

Considerando as premissas citadas anteriormente e objetivando-se a ACV da produção do SLIP, foi elaborado um fluxograma desde o recebimento da matéria-prima até o armazenamento do produto finalizado (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma da análise de ACV da produção do SLIP.



Resultados e Discussão

A interpretação dos resultados referentes à avaliação de ciclo de vida de SLIP foi realizada de duas formas diferentes, sendo uma desconsiderando a fase agrícola (Figura 2) e a outra contabilizando a fase agrícola (Figura 3).

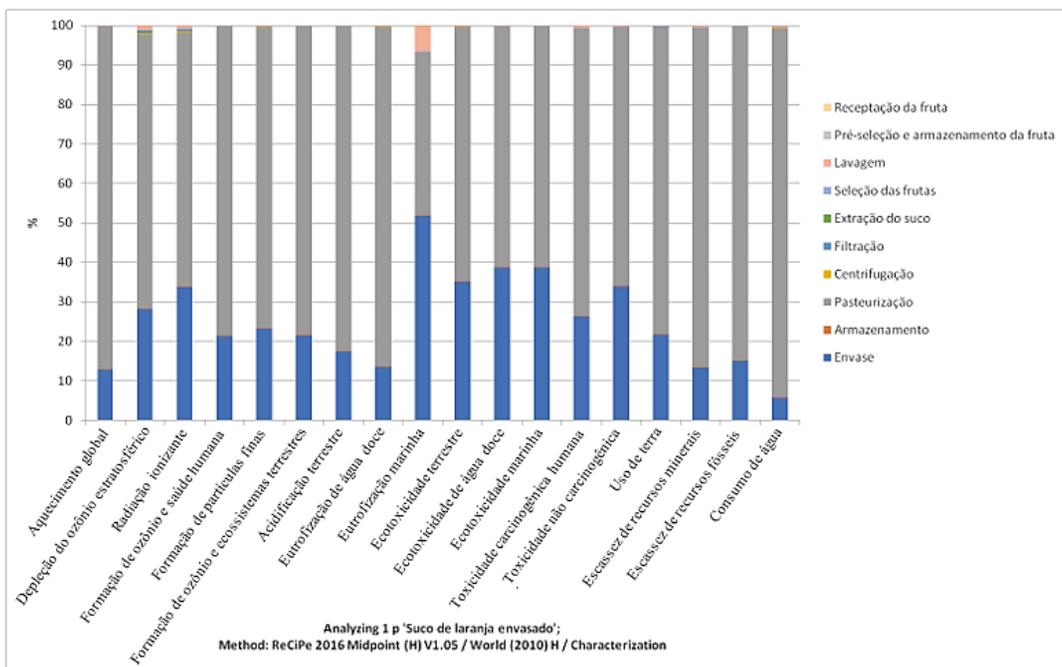
Os processos mais significativos para os impactos ambientais de modo geral foram a pasteurização e o envase, sendo descritos abaixo para cada impacto:

- Aquecimento global: a participação foi de 86,88% da pasteurização e 12,97% do envase, e o 0,15% restante é dividido em armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Depleção do ozônio estratosférico: a contribuição da pasteurização é de 69,32%,

do envase é de 28,31%, da lavagem é de 1,10% e o restante 1,27% é distribuído entre o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco e seleção das frutas.

- Radiação ionizante: a pasteurização representa 64,27%, já o envase 33,93%, a lavagem 0,75%, e o 1,05% remanescente representa o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco e seleção das frutas.
- Formação de ozônio e saúde humana: a colaboração da pasteurização foi de 78,24%, do envase foi de 21,53% e o 0,23% restante é dividido em armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Formação de partículas finas: a pasteurização responde por 76,36%, o envase 23,31% e o 0,33% remanescente é constituído pelo armazenamento, centrifugação,

Figura 2. Análise de contribuição dos impactos da produção de 1,0 l de SLIP desconsiderando a fase agrícola.



- filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Formação de ozônio e ecossistemas terrestres: o percentual de 78,13% corresponde à pasteurização, 21,62% correspondem ao envase e o excedente de 0,25% corresponde ao armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Acidificação terrestre: a contribuição da pasteurização foi de 82,10%, do envase foi de 17,61% e o 0,29% remanescente é contribuição do armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Eutrofização de água doce: a pasteurização representa 86,14%, o envase 13,56% e o restante 0,30% é representado pelo armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Eutrofização marinha: é constituído por 51,86% do envase, 41,43% da pasteurização, 6,54% da lavagem e o 0,17% remanescente é dividido em armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco e seleção das frutas.
 - Ecotoxicidade terrestre: o percentual de 64,42% corresponde à pasteurização, 35,30% ao envase e o restante 0,28% corresponde ao armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Ecotoxicidade de água doce: a colaboração da pasteurização foi de 60,93%, do envase foi de 38,82% e o 0,25% final é colaboração do armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Ecotoxicidade marinha: a pasteurização representa 60,95%, o envase 38,80% e o 0,25% remanescente representa o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Toxicidade carcinogênica humana: é constituído por 72,92% da pasteurização, 26,37% do envase e o 0,71% final é constituído por armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Toxicidade não carcinogênica humana: a pasteurização corresponde o percentual de 65,67% e o envase de 34,03%, já os 0,3% restantes são distribuídos entre armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Uso de terra: 77,86% é a representação da pasteurização nesse fator, e o envase tem uma contribuição de 21,77%, sendo os 0,37% representados pelo armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Escassez de recursos minerais: a pasteurização apresenta uma participação de 86,00%, o envase de 13,44%, a lavagem de 0,52% e o percentual restante de 0,04% é partilhado entre o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco e seleção das frutas.
 - Escassez de recursos fósseis: o percentual de 84,72% representa a pasteurização e o envase contribui com um percentual de 15,14%, já os 0,14% estão subdivididos nas etapas de armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Consumo de água: a pasteurização tem uma participação de 93,39%, já o envase tem 5,83%, sendo os 0,78% restantes distribuídos entre armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.

Como pode ser observado acima as etapas mais expressivas foram a de pasteurização e envase; a primeira é pelo fato de haver desprendimento de vapor e emissão de vo-

lâteis e óleos essenciais, no caso da segunda, contabiliza-se desde a extração do petróleo até a fabricação da embalagem PET utilizada

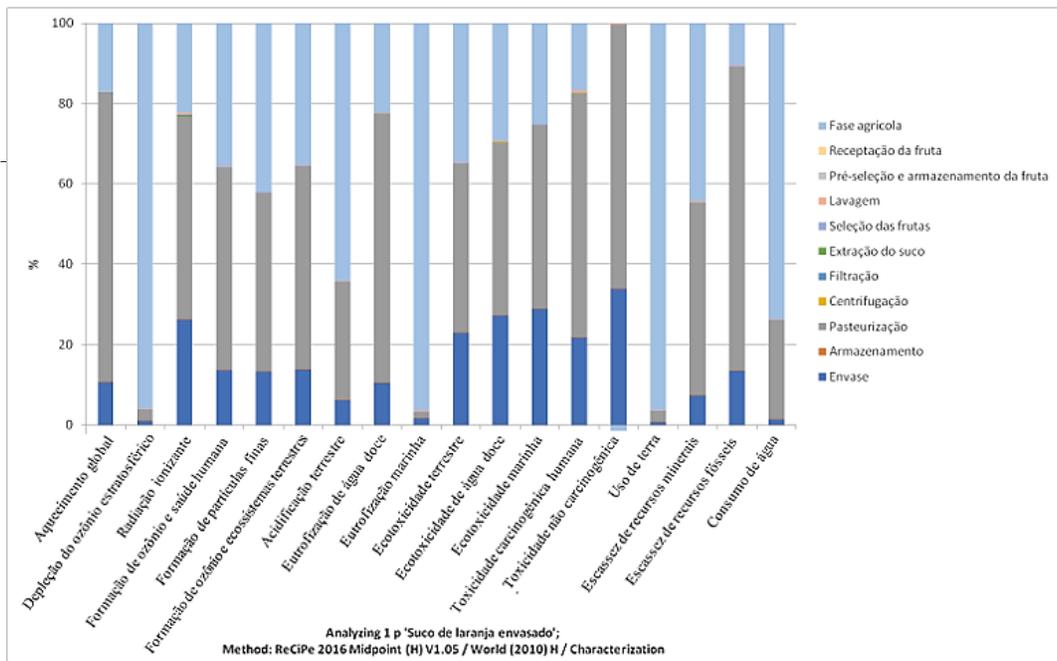
Ao levar em consideração a fase agrícola (Figura 3), os fatores que mais são afetados são a depleção do ozônio estratosféricos, a eutrofização marinha e o uso de terra; enquanto os fatores de acidificação terrestres e consumo de água são menos afetados se comparados aos citados anteriormente; já os fatores de aquecimento global, radiação ionizante, eutrofização de água doce, toxicidade carcinogênica humana e escassez de recursos fósseis são menos afetados; sendo descritos abaixo:

- Aquecimento global: a participação da pasteurização foi de 86,88% sem considerar a fase agrícola, no entanto com a fase agrícola, a porcentagem caiu para 72,05%. Já o

envase, antes representando 12,97%, com a fase agrícola, a porcentagem caiu para 10,75%; assim a fase agrícola representa 17,07%. E o 0,13% final é representado pelo armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.

- Depleção do ozônio estratosférico: a contribuição da pasteurização foi de 69,32%, sem a fase agrícola e com ela decaiu para 2,81%; no caso do envase, o percentual foi de 28,31% sem a fase agrícola, caindo para 1,15% com a fase. Desse modo, a fase agrícola representa 95,95% e o restante 0,09% é distribuído entre o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Radiação ionizante: a pasteurização representava 64,27%, desconsiderando a fase agrícola, e ao considerá-la, o percentual cai para 50,04%; quanto ao envase, antes

Figura 3. Análise de contribuição dos impactos da produção de 1,0 l de suco de laranja integral pasteurizado considerando a fase agrícola.



33,93% sem a fase agrícola, reduziu para 26,41%. Logo, a fase agrícola apresenta o percentual de 22,15% e o 1,40% remanescente representa o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.

- Formação de ozônio e saúde humana: a colaboração da pasteurização foi de 78,24%, sem considerar a fase agrícola, e ao considerá-la, o percentual diminuiu para 50,30%, no caso do envase, que representava 21,53%, com a fase agrícola caiu para 13,84%. A fase agrícola corresponde a 35,71% e o 0,15% restante é dividido em armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Formação de partículas finas: era constituída por 76,36% da pasteurização sem a fase agrícola e com ela, o percentual diminuiu para 44,23%; quanto ao envase, antes com o percentual de 23,31%, com a fase agrícola tal valor baixou para 13,50%. Assim, a fase agrícola representa o percentual de 42,08% e o 0,19% remanescente é constituído pelo armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Formação de ozônio e ecossistemas terrestres: o percentual de 78,13% correspondia à pasteurização desconsiderando a fase agrícola, e ao considerá-la, o valor caiu para 50,53%; já o envase que correspondia a 21,62%, baixou para 13,98% com a fase agrícola. Sendo assim, a fase agrícola corresponde a 35,33% e o excedente 0,16% corresponde ao armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Acidificação terrestre: a contribuição da pasteurização foi de 82,10% sem considerar a fase agrícola, e com ela o percentual desceu para 29,43%; quanto ao envase, que foi de 17,61%, com a fase agrícola passou a ser de 6,31%. Logo, a fase agrícola representa o percentual de 64,16% e o 0,10% remanescente é contribuição do armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Eutrofização de água doce: a pasteurização representava 86,14% desconsiderando a fase agrícola, e com ela, o valor baixou para 67,06%; e o envase, que representava 13,56%, com a fase agrícola, passou a representar 10,56%. Assim, a fase agrícola representa 22,15% e o restante 0,23% é representado pelo armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Eutrofização marinha: era constituído por 51,86% do envase desconsiderando a fase agrícola, e ao considerá-la, o valor passou a ser 1,88%; quanto à pasteurização, que era de 41,43%, passou a ser 1,50% com a fase agrícola. Dessa maneira, a fase agrícola apresenta o percentual de 96,38% e o 0,24% remanescente é dividido em armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Ecotoxicidade terrestre: o percentual de 64,42% que correspondia à pasteurização, passou a ser de 42,07% ao se considerar a fase agrícola; quanto ao envase, que correspondia a 35,30%, passou a ser 23,06% com a fase agrícola. Logo, a fase agrícola representa o valor de 34,69% e o restante 0,18% corresponde ao armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Ecotoxicidade de água doce: a colaboração da pasteurização foi de 60,93% sem considerar a fase agrícola e ao considerá-la, o percentual desceu para 43,10%; no caso do envase, o percentual era de 38,82% e passou a ser 27,46%. Quanto à fase agrícola, o percentual foi de 29,27% e o 0,17%

- final é colaboração do armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Ecotoxicidade marinha: a pasteurização representava 60,95% e o envase 38,80%, desconsiderando a fase agrícola; e ao considerá-la os novos valores foram 45,63% e 29,05%, respectivamente. E a fase agrícola representa 25,13% e o 0,19% remanescente representa o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Toxicidade carcinogênica humana: é constituído por 72,92% da pasteurização e 26,37% do envase sem considerar a fase agrícola. Porém, ao considerar a fase agrícola nessas etapas, o percentual decresce para 60,70% na pasteurização e 21,95% no envase, sendo dessa forma, uma participação de 16,76% da fase agrícola. Os 0,59% finais são constituídos por armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Toxicidade não carcinogênica humana: a pasteurização corresponde o percentual de 65,67% e o envase de 34,03%, sem a contabilização da fase agrícola, já com a contabilização esses percentuais não apresentaram diferença, pois a fase agrícola corresponde a -1% [15]. Já os 0,3% restantes são distribuídos entre armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Uso de terra: 77,86% é a representação da pasteurização nesse fator sem considerar a fase agrícola, já a considerando esse valor cai para 2,82%; e o envase que tem uma contribuição de 21,77% sem a fase agrícola, cai para 0,79% com a fase agrícola. Portanto a fase agrícola representa 96,38%, sendo os 0,01% representados pelo armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Escassez de recursos minerais: a pasteurização apresenta uma participação de 86,00%, o envase de 13,44%, a lavagem de 0,52%, quando não computada a fase agrícola, pois quando esta é contabilizada há a diminuição dessas participações, resultando em 47,93% na pasteurização, 7,49% no envase e 0,29% na lavagem, sendo a maior participação da fase agrícola de 44,27%. O percentual restante de 0,02% é partilhado entre o armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco e seleção das frutas.
 - Escassez de recursos fósseis: o percentual de 84,72% representa a pasteurização e o envase contribui com um percentual de 15,14%, sem contabilizar a fase agrícola nessas etapas, pois quando contabilizada os percentuais da pasteurização e envase diminuem para um valor de 75,81% e 13,55% respectivamente. Assim, a fase agrícola representa 10,52% de participação. Já os 0,12% estão subdivididos nas etapas de armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
 - Consumo de água: a pasteurização tem uma participação de 93,39% sem contabilizar a fase agrícola, porém com a fase agrícola essa participação decresceu para 24,60%. Já o envase tem 5,83% sem a fase agrícola e com a fase agrícola apresenta um percentual de 1,54%, sendo assim, a fase agrícola constitui 73,66%. Os 0,20% restantes são distribuídos entre armazenamento, centrifugação, filtração, extração do suco, seleção das frutas e lavagem.
- Após a descrição dos fatores é notável a grande diferença da participação da fase agrícola no processo, assim como foi também descrito pelos estudos de Pereira (2008), com objetivo similar ao deste trabalho, também obtendo como resultado um grande impacto

ambiental ao incluir a fase agrícola. Pereira (2008), após estudar aspectos como: o uso de terra, perda de solo, consumo de combustível fóssil, consumo de água, emissão de gases, entre outros; afirma que a etapa agrícola aumenta a utilização de recursos naturais e é a com maior consumo de fluxos energéticos, causando repercussões significativas em toda a cadeia produtiva, em relação aos fatores ambientais.

Vale ressaltar que os resultados aqui apresentados foram mais significativos quanto ao uso de terra, depleção do ozônio estratosférico e eutrofização marinha, por possuírem grande participação nos efeitos ambientais entre todos os outros fatores estudados.

ambientais e em um primeiro momento desconsiderando a fase agrícola, as etapas mais críticas foram a pasteurização e o envase do produto, além de uma contribuição relevante da lavagem no fator de eutrofização marinha. Enquanto ao incluir a fase agrícola no processo de produção do suco, houve uma participação nos aspectos ambientais analisados.

No entanto, pode-se destacar os fatores de depleção do ozônio estratosférico, eutrofização marinha e uso de terra; que antes eram dominadas pela pasteurização e envase passaram a ser submetidos à fase agrícola, quando essa foi incluída no processo de produção. Assim, é possível concluir que a fase agrícola é a mais expressiva, seguida da pasteurização e envase.

Conclusão

Visto que se utilizou o ACV para analisar todas as etapas do processo de produção de suco de laranja e cada um dos fatores

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Decreto nº 6871, de 04 de junho de 2009.** Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Brasília, 04 jun. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6871.htm. Acesso em: 10 jun. 2021.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 37, de 01 de outubro de 2018.** Brasília, 08 out. 2018. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/44304943/do1-2018-10-08-instrucao-normativa-n-37-de-1-de-outubro-de-2018-44304612. Acesso em: 10 jun. 2021.
- CITRUSBR. **Exportações de suco de laranja fecham safra em alta.** 2020. Disponível em: <https://citrusbr.com/noticias/exportacoes-de-suco-de-laranja-fecham-safra-em-alta/>. Acesso em: 20 jun. 2021.
- CITRUSBR. **Qual é o suco que o mundo quer?** 2017. Disponível em: https://citrusbr.com/biblioteca/revista-citrusbr/#dearflip-df_504/9/. Acesso em: 10 jun. 2021.
- COLTRO, L. (org.). **Avaliação do Ciclo de Vida com Instrumento de Gestão.** Campinas: Catea/Ital, 2007. 75 p. Disponível em: <https://docplayer.com.br/9491054-Avaliacao-do-ciclo-de-vida-como-instrumento-de-gestao-organizado-por-leda-coltro.html>. Acesso em: 15 jun. 2021.

- EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **Academy Of Management Review**, [S.L.], v. 14, n. 4, p. 532-550, out. 1989. Academy of Management. <http://dx.doi.org/10.5465/amr.1989.4308385>. Disponível em: <https://journals.aom.org/doi/10.5465/amr.1989.4308385>. Acesso em: 06 jun. 2021.
- FAO. ROMA. **Fruit and Vegetables: your dietary essentials**. International Year of Fruits and Vegetables. 2020. Disponível em: <https://www.fao.org/3/cb2395en/cb2395en.pdf>. Acesso em: 01 set. 2021.
- FLEURY, M. T. L.; DA COSTA WERLANG, S. R. Pesquisa aplicada: conceitos e abordagens. Anuário de Pesquisa GVPesquisa, 2017. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/apgvpesquisa/article/view/72796>. Acesso em: 06 jun. 2021.
- FORC. **Informação muda percepção de consumidores sobre o suco de laranja industrializado**. [S. D.] Disponível em: <https://alimentossemmitos.com.br/informacao-muda-percepcao-de-consumidores-sobre-suco-de-laranja-industrializado>. Acesso em: 16 jun. 2021.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007. 208 p.
- IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola: estatística da produção agrícola**. [S. L.]: IBGE, 2021. 99 p. Disponível em: [https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2021/estProdAgri_202107.pdf](https://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo_Indicadores_IBGE/2021/estProdAgri_202107.pdf). Acesso em: 26 ago. 2021.
- INVENTÁRIO DE ÁRVORES DO CINTURÃO CITRÍCOLA DE SÃO PAULO E TRIÂNGULO/SUDOESTE MINEIRO**. Araraquara: Fundecitrus, 2021. Disponível em: https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/2021_07_30_Inventario_e_Estimativa_do_Cinturao_Citricola_2021-2022.pdf. Acesso em: 27 ago. 2021.
- JOHN, I.; MUTHUKUMAR, K.; ARUNAGIRI, A. A review on the potential of citrus waste for D-Limonene, pectin, and bioethanol production. **International Journal Of Green Energy**, [S.L.], v. 14, n. 7, p. 599-612, 16 maio 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/317053396_A_review_on_the_potential_of_citrus_waste_for_D_-Limonene_pectin_and_bioethanol_production. Acesso em: 16 jun. 2021.
- LLEWELLYN, S.; NORTHCOTT, D. The “singular view” in management case studies. *Qualitative Research In Organizations And Management: An International Journal*, [S.L.], v. 2, n. 3, p. 194-207, 20 nov. 2007. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242339363_The_singular_view_in_management_case_studies. Acesso em: 05 jun. 2021.
- MALISZEWSKI, E. **Citricultura brasileira é uma das mais importantes do mundo**. 2021. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/citricultura-brasileira-e-uma-das-mais-importantes-do-mundo_451256.html. Acesso em: 14 jun. 2021.
- MOURAD, A. L.; GARCIA, E. C.; VILHENA, A. **Avaliação do ciclo de vida: princípios e aplicações**. Campinas: Cetea/Cempre, 2002. 93 p. Disponível em: https://www.academia.edu/35535362/Princ%C3%ADpios_e_Aplica%C3%A7%C3%B5es_AVALIA%C3%87%C3%83O_AVALIA%C3%87%C3%83O_DO_CICLO_DO_CICLO_DE_VIDA_DE_VIDA. Acesso em: 15 jun. 2021.
- NETTO, I. **Estoques de suco de laranja em 30 de junho de 2021**. 2021. Disponível em: <https://citrusbr.com/noticias/comunicado-ao-mercado-estoques-de-suco-de-laranja-em-30-de-junho-de-2021/>. Acesso em: 01 jul. 2021.
- PATTON, M. Q. **Qualitative research and evaluation methods**. 3. ed. California: Sage Publications, 2002. 598 p.
- PEREIRA, C. de L. F. **Avaliação de sustentabilidade ampliada de produtos agroindustriais**. Estudo de caso: suco de laranja e etanol. 2008. 290 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de

Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: <https://www.unicamp.br/fea/ortega/extensao/Tese-ConsueloPereira.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2022.

PUTNIK, P.; KOVAČEVIĆ, D. B.; JAMBRAK, A. R.; BARBA, F. J. Innovative “Green” and Novel Strategies for the Extraction of Bioactive Added Value Compounds from Citrus Wastes—A Review. *Molecules*, [S.L.], v. 22, n. 5, p. 680, 27 abr. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/molecules22050680>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/316243997_Innovative_green_and_novel_strategies_for_extraction_of_bioactive_added_value_compounds_from_citrus_wastes-_A_review. Acesso em: 18 jun. 2021.

SUZUKI, L. L. Análise técnico-econômico e ambiental de processos de valorização do resíduo da indústria de suco de laranja. Dissertação (Mestrado), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química São Paulo, 2019. 81 p. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3137/tde-28112019-141114/fr.php>. Acesso em: 31 de jan. 2022.

TETRA PAK. **Orange Book**. 2018. Disponível em: <https://orangebook.tetrapak.com/>. Acesso em: 15 jun. 2021.

THIOLLENT, M. **Metodologia de Pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009. 164 p.

USDA. **Citrus: world markets and trade**. [S. L.]: USDA, 2021. 13 p. Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Disponível em: <https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/w66343603/b8516k98g/2514ph35q/citrus.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2021.

VIEIRA, S. **Sem isolamento para a laranja brasileira**. 2020. Disponível em: <https://www.dinheirorural.com.br/sem-isolamento-para-a-laranja-brasileira/>. Acesso em: 16 jun. 2021.

WHITAKER, P. **Produção global de laranja em 2020/21 deve aumentar 5,5%**. 2021. Disponível em: <https://www.brasilagro.com.br/conteudo/producao-global-de-laranja-em-202021-deve-aumentar-55.html>. Acesso em: 31 ago. 2021.

YAMANAKA, H. T. **Sucos cítricos**. 21. ed. São Paulo: Cetesb, 2005. 45 p. (P + L). Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/sucos_citricos.pdf. Acesso em: 31 ago. 2021.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 212 p. Tradução de: Daniel Grassi. Disponível em: https://saudeglobaldotorg1.files.wordpress.com/2014/02/yin-metodologia_da_pesquisa_estudo_de_caso_yin.pdf. Acesso em: 04 jun. 2021.

ZANATTA, P. GESTÃO AMBIENTAL E O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, [S.L.], v. 6, n. 3, p. 296-312, 9 nov. 2017. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v6e32017296-312>. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5567. Acesso em: 20 jun. 2021.

FUBÁ EXTRUSADO DE MILHO ENRIQUECIDO COM CONCENTRADO PROTEICO DE TILÁPIA

Extruded cornmeal enriched with tilapia fish protein concentrate

Sabrina Campos Sbaraini¹; Melina Franco Coradini²; Gislaine Gonçalves Oliveira²; Ghiovani Zanzotti Raniero²; Sabrina Martins dos Santos²; Rafaela Dorne Bronzi²; Marcos Antonio Matiucci²; Gabriela Hernandez Granzoto²; Angélica de Souza Khatlab²; Eliane Gasparino²; Matheus Pereira Meyer²; Maria Luiza Rodrigues de Souza²

¹Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil. *E-mail*: sabrinacsbaraini@gmail.com

²Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil

Data do recebimento: 08/06/2022 - Data do aceite: 23/08/2022

RESUMO: A população mundial vem crescendo, e com esse grande crescimento é necessário que a produção de alimentos com alto valor nutricional consiga suprir essa demanda, assim como os produtos que contenham concentrado proteico de tilápia é uma excelente alternativa e se enquadram nesse requisito. A cadeia produtiva de tilápia é promissora. Os últimos dados demonstram que o crescimento é constante, porém, no processo de filetagem dessa espécie de peixe, gera-se grandes quantidades de resíduos, que em grande maioria são descartados em locais inadequados. Além de prejudicar o meio ambiente, é importante ressaltar que esses resíduos possuem grande potencial, elevado valor nutricional e diversas opções de utilização. Visando a sustentabilidade e a aplicação viável dos resíduos da indústria pesqueira o objetivo do trabalho foi elaborar fubá extrusado de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, além de avaliar, suas características físico-químicas e microbiológicas. A produção do concentrado proteico foi feita através de dois ciclos de lavagem, e utilizou-se peroxitane e BHT, durante o cozimento. Para a elaboração do fubá extrusado de milho, foi utilizada a inclusão do concentrado proteico de tilápia com diferentes níveis 0%, 10%, 20% e 30%, e avaliá-los quanto as suas características físico-químicas e microbiológicas. Conforme aumentou o nível de inclusão no produto, houve aumento no teor proteico, chegando a 16,08% e diminuição no teor de carboidratos, de 89,42% para 75,30%. Além disso, a análise microbiológica indicou que os produtos estavam aptos ao consumo. Conclui-se a indicação da inclusão de 30%.

Palavras-chave: Colorimetria. Composição química. Microbiologia. pH.

ABSTRACT: The world population has been growing, and this great growth brings the necessity that the production of food with high nutritional value meets this demand, as well as products containing tilapia fish protein concentrate are excellent alternative and fit this requirement. The tilapia fish production chain is promising, and the latest data show that the growth is constant, however, in the filleting process of this fish species, large amounts of waste is generated, which mostly is discarded in inappropriate places, consequently damaging the environment. It is important to emphasize that these residues have great potential, increasing nutritional value and several options of its use. Aiming at sustainability and the viable application of waste from the fishing industry, the objective of this work was to elaborate extruded cornmeal with different levels of inclusion of tilapia fish protein concentrate, in addition to evaluating its physical-chemical and microbiological characteristics. The production of protein concentrate was performed through two washing cycles, also peroxitane and BHT were used during cooking. In order to elaborate the extruded cornmeal, the inclusion of tilapia fish protein concentrate at different levels 0%, 10%, 20% and 30% was used, and they were evaluated in terms of their physicochemical, microbiological and sensorial characteristics. As the level of inclusion in the product increased, there was an increase in the protein content, reaching 16.08% and a decrease in the carbohydrate content, from 89.4% to 75.30%, in addition, the microbiological analysis indicated that the products were fit for consumption. The indication of the inclusion of 30% is concluded.

Keywords: Colorimetry. Chemical composition. Microbiology. pH.

Introdução

De acordo com a ONU – Organização das Nações Unidas (2014), a expectativa é que a população mundial chegue a 9,5 bilhões de pessoas em 2050. Esse fato representa a importância da produção de alimentos e da utilização máxima de todos os subprodutos gerados pelos sistemas de produção.

No ano de 2021, a produção mundial de pescado apresentou um aumento de 4,7% em relação ao ano anterior, alcançando 841 milhões de toneladas de peixe de cultivo, dentre eles a tilápia, peixes nativos e outras espécies, sendo que só a produção de tilápia foi de 534.005 toneladas, representando 9,8%

de crescimento sobre o ano de 2021 (PEIXE, 2022). Pela grande produção de pescado e pelo potencial de crescimento que o Brasil apresenta, fica evidente a necessidade de buscar um destino sustentável e rentável aos resíduos gerados pela cadeia do processamento de peixes.

Durante o processamento do pescado, cerca de 50% a 70% da carcaça não é aproveitada e, esse subproduto, pode ter novas aplicações, (CORADINI et al., 2020), como por exemplo na inclusão de pães (CASETTA et al., 2022, SOUZA et al., 2021a, SOUZA et al., 2021b) barra de cereal (MATIUCCI et al., 2020a) patê (MATIUCCI et al., 2020b) o que pode valorizar e agregar mais valor à

cadeia de produção. Um desses subprodutos são as carcaças, constituídas pelas espinhas que possuem resquícios do músculo, e que podem ser convertidas em CMS (carne mecanicamente separada).

A produção de CMS, a partir do subproduto da cadeia de processamento do pescado, é uma alternativa com alto valor nutricional que pode facilmente ser incluído em diversos produtos da alimentação humana. Várias pesquisas já foram desenvolvidas com a inclusão de CMS de peixe em produtos destinados à alimentação humana, como croquetes (BORDIGNON et al., 2010), massa de pizza (OLIVEIRA et al., 2021), hambúrguer (COSTA et al., 2017) linguiça (OLIVEIRA FILHO et al., 2018) empanados (SIGNOR et al., 2020) mortadela (BERNADINO-FILHO et al., 2019) panqueca (OLIVEIRA et al., 2022) entre outros.

Segundo Moreira et al. (2008) a CMS produzida a partir de carcaças de tilápia é uma excelente fonte de proteína e tem alta digestibilidade. Possui em sua composição cálcio, vitaminas do complexo B e ácidos graxos insaturados. A CMS lavado pode apresentar 74,70% umidade, 10,75% proteína bruta, 12,99% lipídeos, 1,00% cinzas na sua composição química (SARY et al., 2009). Porém, devido à alta umidade da CMS, ela é propícia à proliferação microbiana, tendo como alternativa a produção de concentrado proteico a partir dessa massa, com a diminuição da umidade e concentração de nutrientes. Com esse intuito, Vidal et al. (2011) elaboraram um concentrado proteico de tilápia com 1,38% de umidade, 62,39% de proteína bruta, 32,63% para gordura e 2,26% para cinzas.

O fubá é um alimento derivado do milho, adquirido através da moagem seca (REGITANO-D'ARCE et al., 2015). É um produto muito utilizado na alimentação da população, porém apresenta-se como uma fonte calórica com deficiências em macronu-

trientes e alguns micronutrientes essenciais para a manutenção do ser humano. Como os recursos são escassos para uma parcela da população, é importante o desenvolvimento de alimentos proteicos, de bom valor nutritivo e que apresente um preço acessível (GUILHERME; JOKL, 2005).

Além desses fatores, a praticidade de consumo do produto com essa extrusão, não sendo necessário o fubá ser submetido ao tempo elevado de cozimento, como em uma polenta. Com esse método, basta utilizar água quente para obtenção da polenta enriquecida.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi elaborar fubá extrusado de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, além de avaliar suas características físico-químicas e microbiológicas.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Laboratório de Tecnologia do Pescado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM). A matéria-prima para elaboração das farinhas de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) foi proveniente da empresa Smart Fish (Rolândia/PR). As carcaças foram transportadas à temperatura de 0°C e congeladas a -18°C até o momento da produção do concentrado proteico.

Para a obtenção do concentrado proteico de tilápia, seguiu-se a metodologia descrita por Alda et al., 2017 com algumas modificações. Utilizou-se carcaças (espinhaço e carne remanescentes do processo de filetagem), retirando as nadadeiras, cabeça, cauda, resquícios de pele e de partes dos sistemas gastrointestinal reprodutor e renal. Após as carcaças limpas, foram passadas pela máquina despulpadora para separar a carne das espinhas, obtendo, então, a carne mecanicamente separada (CMS).

A CMS passou por 2 ciclos de lavagem. No primeiro ciclo, foi adicionado 200% de água, a 5°C em relação a massa de matéria prima, em saco de tecido de algodão. Foi agitado por 5 minutos e o excesso de água esgotado. Para o segundo ciclo de lavagem foram adicionados dentro do saco 200% de água, a 5°C e 0,03mg/kg de ácido fosfórico em relação ao peso da matéria prima. O saco foi agitado por 15 minutos e retirado o excesso de água e depois foi submetido à centrifugação por 13 minutos para a retirada do excesso de água junto com impurezas. Realizados todos os ciclos, a massa foi colocada em uma panela com 100% de água a 100°C, 0,1mg/kg de peroxitane ®1512AL e 0,5mg/kg de BHT e cozida durante 30 minutos. Foi, então, submetida à prensagem em prensa hidráulica, com capacidade de 10 toneladas, para a retirada do excesso de água e gordura, e moída em moedor de carne. O material obtido foi desidratado em estufa de secagem de ar forçada, a 60°C, por 24 horas. Após o produto desidratado, o mesmo foi triturado e novamente moído em moinho tipo faca (Willye – modelo TE-650). Por fim, o concentrado proteico de tilápia foi embalado e armazenado em freezer a -5°C, até o momento da elaboração do fubá extrusado de milho.

Para a elaboração do fubá extrusado de milho, a inclusão do concentrado proteico de tilápia foi realizada em diferentes níveis 0%, 10%, 20% e 30% no griz de milho. O concentrado foi colocado em bandejas, juntamente com o griz de milho e homogeneizado, para ser colocado diretamente na entrada do sistema de extrusão. A extrusão foi realizada em uma extrusora inbramaq RX-50, com 10cvts de potência, monorosca de 20cm, 400 rpm, com 2 furos de 2mm na matriz de saída. Após a extrusão o produto foi desidratado e triturado, com uma nova moagem, para obtenção da fina granulometria característica do fubá. O fubá pronto foi

embalado a vácuo e armazenado em freezer a -5°C, até o momento das análises.

A análise de composição química foi realizada no LANA - Laboratório de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá. A metodologia empregada para a determinação dos teores de umidade e cinzas foi a AOAC (2005), sendo todas as amostras de fubá extrusado de milho analisadas em triplicada. Já para a proteína bruta utilizou-se o método de semi-micro Kjeldahl (SILVA; QUEIROZ, 2002) e para a extração dos lipídios totais, o método Bligh e Dyer (1959). O valor calórico (VC) foi determinado segundo Souci et al. (2000), obtido pela soma da multiplicação do teor de proteína bruta (PB), lipídios totais (LT) e carboidratos (CB) multiplicados pelos fatores 4, 9 e 4, respectivamente. Seguindo a fórmula:

$$VC \text{ (Kcal/Kg)} = PB \times 4 + LP \times 9 + CB \times 4. \quad (1)$$

Para a medição do pH, foram utilizadas amostras homogeneizadas de fubá (10 gramas) com água destilada (1:2 amostras/águas). O homogeneizado foi submetido aos eletrodos do pHmetro (DM 22, Digimed, São Paulo, Brasil), durante 5 minutos, quando foi procedida a leitura do pH. A atividade de água de cada tratamento foi determinada, utilizando o aparelho da marca Aw Sprint – Novasina TH-500.

As análises microbiológicas dos fubás extrusados de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, foram realizadas no laboratório de Microbiologia e Microscopia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá – UEM, onde foram amostrados 100g de cada tratamento. As análises realizadas foram para o número mais provável (NMP) de *Coliformes* a 35°C e 45°C, contagem de *Staphylococcus coagulase* positiva em unidade formadora de colônia (UFC)/grama e de *Salmonella spp.*,

de acordo com APHA (2001). O protocolo microbiológico seguiu os padrões recomendados pela Resolução RDC nº 331, de 23 de dezembro de 2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2019).

Na análise colorimétrica foi utilizado o colorímetro portátil CR-400 Minolta Chromameter (Minolta Cia Ltda.), calibrado com branco padrão antes das leituras. Os resultados foram expressos pelos parâmetros L^* , luminosidade, a^* intensidade da cor vermelha e b^* , intensidade da cor amarela. As determinações de cor seguiram a proposição de Ferreira (1981).

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso. Os resultados das variáveis analisadas foram apresentados como média \pm desvio padrão para cada nível de inclusão testado. Para comparar os tratamentos foi utilizada ANOVA, seguido de regressão a 5% de probabilidade. Em todas as análises foi utilizado o programa SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA (2010) Não foi realizada análise estatística para os resultados da microbiologia, sendo essa, apenas para caracterização do produto.

Resultados e Discussão

Os fubás enriquecidos com os diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia apresentaram diferenças significativas ($P < 0.05$) para os teores de umidade, proteína bruta, cinzas, carboidratos totais e para o valor calórico. Não apresentaram diferenças significativas entre os níveis de inclusão apenas no teor de lipídios totais, com um valor médio de 0,32% (Tabela I). Para o mesmo nutriente, alguns autores observaram em fubás, também extrusados de milho, teores variando de 0,57 a 0,79% (CARVALHO et al., 2010; SILVA et al., 2016). Entretanto, de acordo com Paula et al. (2020), o teor de lipídios totais em fubá de milho é de 4%.

Segundo Gwartz e Garcia-Casal (2014) fubás elaborados a partir do gérmen de milho apresentam os teores médios de 12% de umidade, 9,08% de proteína bruta, 4% de extrato etéreo, 1,7% de cinzas e 76,3% de carboidratos. Esses valores diferem dos obtidos no presente trabalho, até mesmo para o tratamento controle, com valores de 7,44%, 2,68%, 0,34%, 0,10% e 89,42%, respectivamente (Tabela I). Essa diferença ocorreu, provavelmente, pela utilização somente do gérmen do milho, pelos autores citados, para a elaboração do fubá, já que esta parte do grão de milho contém quantidades importantes de proteínas cerca de 26% (BARROS; CALADO, 2014). Os mesmos autores abordam, ainda, a importância da fortificação de ingredientes produzidos à base de milho destinados para a alimentação humana e animal, o que é corroborado por esse estudo, já que com a inclusão de 30% de concentrado proteico de tilápia no fubá extrusado de milho, obteve-se um aumento de 2,68% para 16,08% no teor de proteína bruta, inalterando o teor lipídico do alimento (Tabela I).

Em farinhas elaboradas à base de milho, outros autores observaram teores variando de 10,61 a 12% para umidade, de 6,15 a 9,08% para proteína bruta, de 0,2 a 1,7 para cinzas e teores acima de 80% para os carboidratos totais (CARVALHO et al., 2010; SILVA et al., 2016; PAULA et al., 2020).

Os resultados da análise de regressão ($p < 0.05$) mostram que os nutrientes proteína bruta e cinzas apresentaram efeitos lineares positivos, ou seja, quanto maior foi a inclusão do concentrado proteico de tilápia no fubá extrusado de milho, maiores foram os teores obtidos para esses nutrientes. Enquanto que, para os teores de umidade e carboidratos totais, além do valor calórico, apresentaram efeitos lineares negativos, diminuindo os seus valores, conforme aumentou a porcentagem de inclusão (Figura 1).

Tabela I. Umidade (UM), proteína bruta (PB), lipídios totais (LT), cinzas (CZ), carboidratos totais (CHOs) e valor calórico (VC) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia

Níveis de inclusão (%)	Composição química (%)					VC (Kcal/100g)
	UM	PB	LT	CZ	CHOs	
0	7,44±0,07 ¹	2,68±6,88	0,34±0,03	0,10±0,43	89,42±7,20	550,42±16,00
10	8,24±0,87	8,40±1,16	0,32±0,01	0,33±0,20	82,71±0,80	532,76±1,56
20	6,50±0,87	11,07±1,51	0,29±0,02	0,71±0,18	81,42±0,49	535,45±1,03
30	7,32±0,05	16,08±6,52	0,32±0,01	0,97±0,44	75,30±6,92	519,04±15,38
Valor de p. ²	<0,0001	<0,0001	0,9624	<0,0001	<0,0001	<0,0001
C.V. ³ (%)	7,37	9,11	2,79	9,71	1,08	0,26

¹ Médias ± desvio padrão; ² Valor de significância ³ Coeficiente de variação

Souza et al. (2021), ao elaborarem *sna-cks* extrusados de milho com a inclusão de níveis de farinha de tilápia, 0, 5, 10 e 15%, observaram um aumento linear no teor de proteína bruta, iniciando em 7,06% no tratamento controle e chegando a 11,44% no tratamento com maior nível de inclusão. Ademais, os mesmos autores observaram um comportamento linear negativo para os teores de carboidratos, e não obtiveram diferenças significativas entre os teores de lipídios totais, nos diferentes níveis de inclusão. Portanto, a inclusão do concentrado proteico de tilápia no fubá, se comportou de acordo com os resultados obtidos por Souza et al. (2021). Já Goes et al. (2015) elaborando o mesmo produto que Souza et al. (2021) e fazendo a inclusão de 9% de farinhas de diferentes espécies de peixes, observaram um acréscimo de 2,98% no teor de proteína bruta. Justen et al. (2017) analisando, também, o mesmo produto que os outros autores supracitados, só que com inclusão de farinha de tilápia defumada com até 12%, obtiveram o acréscimo de 4,61% no teor de proteína bruta.

Não houve diferenças significativas (P < 0,05) para o pH e a atividade de água (Aw) dos fubás extrusados de milho com níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, com valores médios de 7,03 e 0,27, respectivamente (Tabela II).

Tabela II. Atividade de água (Aw) e pH de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia

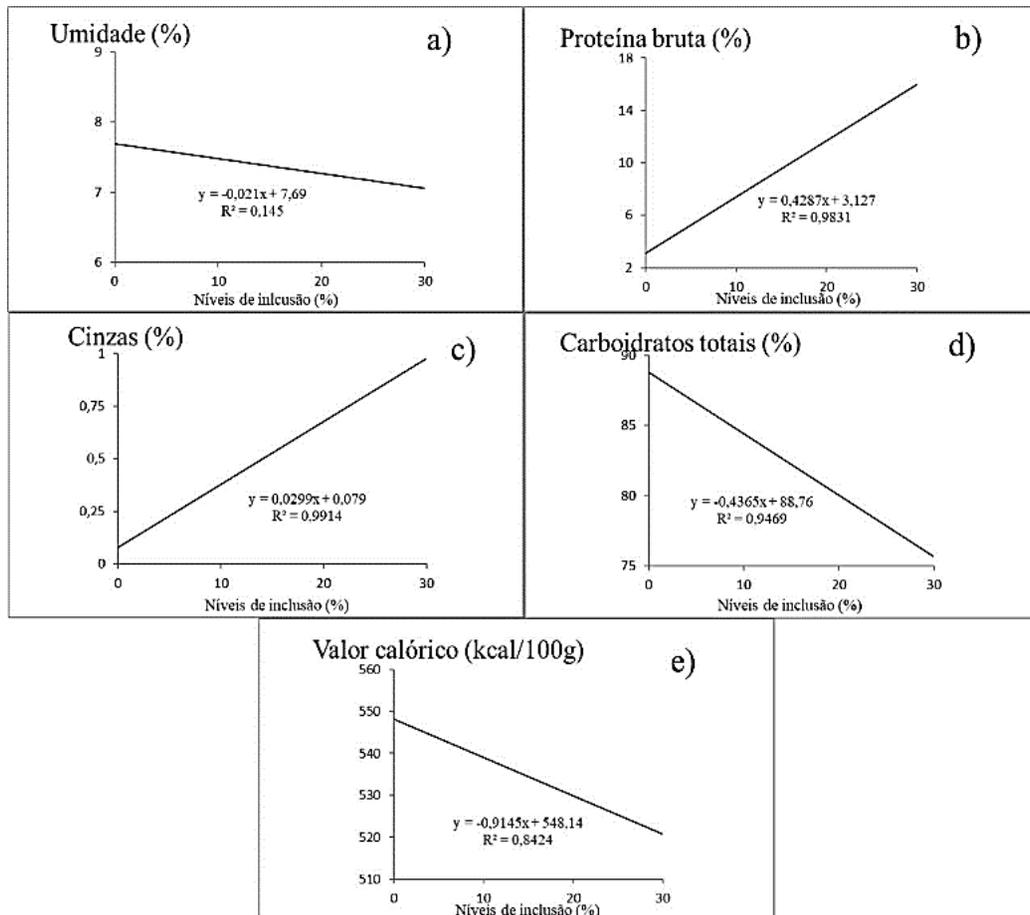
Níveis de inclusão (%)	Parâmetros	
	Aw	pH
0	0,28±0,01 ¹	7,03±0,01
10	0,32±0,04	7,04±0,02
20	0,23±0,05	7,01±0,02
30	0,27±0,01	7,03±0,01
Valor de p ²	0,0852	0,8607
C.V. ³ (%)	0,97	0,51

¹ Médias ± desvio padrão; ² Valor de significância ³ Coeficiente de variação

O pH próximo de 7,0 e alta atividade de água propiciam a multiplicação microbiana. Todavia, mesmo a baixa Aw não impede o desenvolvimento microbiano, devendo sempre ficar atento a alimentos com inclusão de produtos de origem do pescado, como é o caso do concentrado proteico de tilápia (NUNES et al., 2013; FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Apesar do pH médio de 7,03, os resultados da microbiologia indicam que todos os fubás elaborados estavam dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira, estando aptos para o consumo humano (BRASIL, 2019). Com valores menores que 3 para o número mais provável de *Coliformes* a

Figura 1. Gráficos e equações de regressão dos teores de umidade (a), proteína bruta (b), cinzas (c), carboidratos totais (d) e valor calórico (f) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia



35°C e 45°C (¹NMP/g), a contagem de *Estafilococos Coagulase Positiva* (UFC/g) foi de 1×10^2 e a pesquisa de *Salmonella Spp.* em 25g de amostra foi ausente, mostrando que esse tipo de produto não possui alta capacidade de proliferação microbiana, o que aumenta sua durabilidade e vida útil.

Com relação a colorimetria dos fubás extrusados de milho, com diferentes níveis de inclusão de concentrado proteico de tilápia, houve diferenças significativas ($p < 0,05$) para a luminosidade (L) e a intensidade da cor

amarela (b*), enquanto que, para a intensidade da cor vermelha (a*), não houve diferença entre os tratamentos avaliados, com um valor médio de 2,24 (Tabela III).

As agroindústrias que fabricam derivados do milho consideram importante a coloração de seus produtos, já que esse aspecto interfere diretamente na intenção de compra, por parte dos consumidores. É desejável que estes tipos de produtos tenham uma coloração mais intensa alaranjada Silva (2019).

Segundo Silva (2019) o fubá elaborado a base de milho possui os valores de 57,13 para L, 17,5 para a* e 36,4 para b*, valores esses discrepantes com os obtidos no presente trabalho. Pois, os fubás extrusados de milho foram mais claros, com uma luminosidade obtida para o controle (0%) de 79,89. Além disso, a intensidade da cor vermelha (a*) foi bem inferior, média de -2,24, quando comparada com o valor obtido por Silva (2019), o que indica que os fubás extrusados ficaram mais amarelos do que os avaliados pelo autor citado.

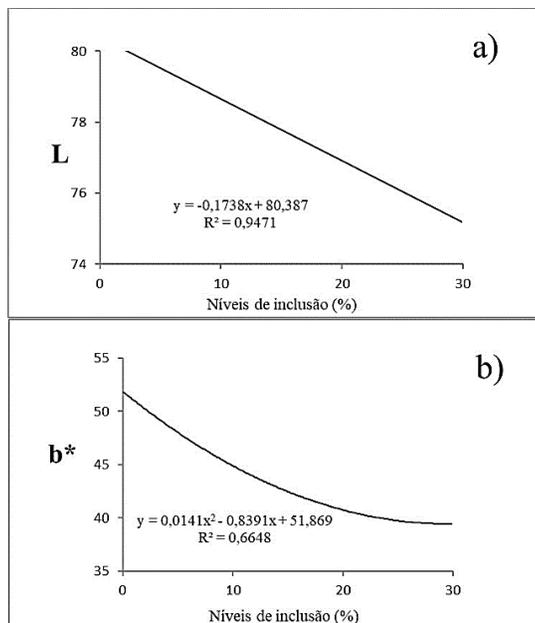
Tabela III. Luminosidade (L), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia

Níveis de inclusão (%)	Colorimetria		
	L	a*	b*
0	79,89±2,11 ¹	-2,27±0,03	50,33±6,10
10	79,37±1,59	-2,39±0,14	49,51±5,28
20	76,96±0,82	-2,07±0,16	36,13±8,10
30	74,90±2,88	-2,23±0,01	40,97±3,26
p. valor	<0,0001	0,3045	<0,0001
C.V. ²	0,78	-8,48	2,10

¹ Médias ± desvio padrão; ² Valor de significância ³ Coeficiente de variação

A análise de regressão ($p < 0.05$) da colorimetria mostra que conforme foi realizado o aumento da inclusão de concentrado proteico no fubá extrusado de milho, houve, também, diminuição da luminosidade, indicando um efeito linear negativo (Figura 2). Assim, o fubá extrusado de milho, sem inclusão do concentrado proteico de tilápia, obteve uma coloração mais clara e o com 30% mais escura. Contudo, não ocorreu o mesmo para a intensidade da cor b*, que apresentou um comportamento quadrático, alternando a diminuição e aumento, entre os níveis de inclusão, dos valores obtidos (Figura 2).

Figura 2. Gráficos e equações de regressão da luminosidade (a) e intensidade da cor amarela (b) de fubá extrusado de milho com inclusão de diferentes níveis de concentrado proteico de tilápia



Justen et al. (2011) observaram que o aumento gradual de 0 a 12% de inclusão, de farinha de tilápia aromatizada, em snacks extrusados de milho, causou uma diminuição linear na luminosidade: o nível de 12% mostrou o valor de 73,63 e o nível de 0%, o valor de 79,12, para L. Também, Goes et al. (2015) observaram uma diminuição de 79,12 para 70,24 na luminosidade em snacks extrusados de milho quando se adicionou 9% de farinha de tilápia. Os trabalhos aqui citados ratificam o comportamento, com relação a luminosidade, apresentado pelos fubás extrusados de milho, com a inclusão de níveis de concentrado proteico de tilápia.

Conclusão

Todos os fubás extrusados de milho estavam aptos para o consumo. Além disso,

quanto maior foi a inclusão de concentrado proteico de tilápia, melhor foi o valor nutricional do produto. Portanto, mesmo obtendo um produto mais escuro, indica-se a inclusão de 30%, sendo necessárias pesquisas futuras,

a fim de verificar a possibilidade de inclusões superiores a 30%. Desta forma, a inclusão de produtos oriundos de resíduos da indústria pesqueira é uma excelente alternativa de aproveitamento.

REFERÊNCIAS

- ALDA, P. C.; SOUZA, M. L. R. D.; MANTOVANI, L. S. C.; BRONHARO, B. A.; GASPARINO, E. Composição centesimal de pirão elaborado a partir do concentrado proteico de diferentes espécies de peixes. **Eventos Epcc - Encontro Internacional de Produção Científica X EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica**, 2017.
- AOAC, Associations of Official Analytical Chemists. **Official methods of analyses of the association of analytical chemists** (18th ed.). USA, 2005.
- APHA, American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, DC. 2001.
- BARROS, J. F. C; CALADO, J. G. A. Cultura do Milho. **Évora**: Universidade
- BERNADINO FILHO, R.; SILVA, O. S.; QUEIROGA, A. X. M.; OLIVEIRA, S. N.; OLIVEIRA, M. N.; VASCONCELOS, U. A. A. Sensory Evaluation of Shrimp Flavored Nile Tilapia Mortadella. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 38, n. 5, p. 1-8, 2019.
- BLIGH, E.; GRAHAM; DYER, W. JUSTIN. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BORDIGNON, A. C.; DE SOUZA, B. E.; BOHNENBERGER, L.; HILBIG, C. C.; FEIDEN, A.; BOSCOLO, W. R. Elaboração de croquete de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) a partir de CMS e aparas do corte em 'V' do filé e sua avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 1, p. 109-116, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Resolução RDC Nº 331, de 23 de dezembro de 2019**. Dispõe sobre os padrões microbiológicos de alimentos e sua aplicação. Publicado no Diário Oficial da União de 26 de dezembro de 2019.
- CARVALHO, C. W.; TAKEITI, C. Y.; ONWULATA, C. I.; PORDESIMO, L. O. Relative effect of particle size on the physical properties of corn meal extrudates: Effect of particle size on the extrusion of corn meal. **Journal of food engineering**, v. 98, n. 1, p. 103-109, 2010.
- CASSETTA, J.; OLIVEIRA, G. G.; GRANZOTO, G. H.; DE OLIVEIRA, E. R. N.; BRONZI, R. D.; PEREIRA, M. F. G.; DE SOUZA, M. L. R. Avaliação nutricional de pão caseiro enriquecido com farinha a partir de carcaça de tilápia elaborada por diferentes metodologias Nutritional evaluation of homemade bread enriched with flour from tilapia carcass prepared by different methodologies. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, 30011-30026, 2022.
- CORADINI, M. F.; CAVICCHIOLI, N.; CHAMBO, A. P. S.; LUCCA, G. Inclusão de farinha de peixes de diferentes espécies em massa de esfirra aberta inclusion of fish flour of different species in open sphere pasta. In: **Ciagro**. Ciência tecnologia e inovação do campo a mesa. Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1976.pdf>, 2020. Acesso em: 08 jun. 2022.

- COSTA, D. P. S. D. Desenvolvimento de hambúrguer com carne mecanicamente separada de carcaça e de refil de tilápia: caracterização microbiológica, físico-química e sensorial. 2017. **Tese de Doutorado** (Engenharia e Ciência de Alimentos – IBILCE)- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto, SP, 2017.
- DA SILVA, E. M. M.; ASCHERI, J. L. R.; ASCHERI, D. P. R. Quality assessment of gluten-free pasta prepared with a brown rice and corn meal blend via thermoplastic extrusion. **LWT-Food Science and Technology**, v. 68, p. 698-706, 2016.
- DE OLIVEIRA FILHO, P. R. C.; REIS, P. V. M.; DE ARAÚJO, I. B.; RAUL, L. J.; SHINOHARA, N. K. S.; DAZA, T. E. L. Avaliação de linguças de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) submetidas a diferentes métodos de defumação. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 35, n. 2, 2018.
- DE OLIVEIRA, R. G.; MERGEN, M.; SIGNOR, A.; DE SOUZA, M. L. R. Qualidade nutricional, microbiológica e sensorial da massa de pizza com inclusão de CMS de tilápia do Nilo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e530101018986-e530101018986, 2021.
- DE SOUZA, M. L. R. et al. Diferentes níveis de inclusão de farinha elaborada a partir de carcaças cozidas de tilápia do Nilo em pão caseiro. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e389101220208-e389101220208, 2021a.
- DE SOUZA, M. L. R. et al. Pão caseiro com inclusão de diferentes níveis de aparas (corte em “v”) de tilápia defumadas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. e495101220458-e495101220458, 2021b.
- FERREIRA, V. L. P. Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos. **Campinas**, p. 85, 1981.
- FRANCO, B. D. G.; LANDGRAF, M. Microbiologia dos alimentos. (S.L.): **Atheneu**, 2008, 182p.
- GOES, E. S. D. R.; SOUZA, M. L. R. D.; CAMPELO, D. A. V.; YOSHIDA, G. M.; XAVIER, T. O.; MOURA, L. B. D.; MONTEIRO, A. R. G. Extruded snacks with the addition of different fish meals. **Food Science and Technology**, v. 35, p. 683-689, 2015.
- GOES, E. S. dos R. Inclusion levels of flour made from smoked Nile tilapia trimmings in extruded corn snacks. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e33410817243-e33410817243, 2021.
- GUILHERME, F. F. P.; JOKL, L. Emprego de fubá de melhor qualidade protéica em farinhas mistas para produção de biscoito. **Food Science and Technology**, v. 25, p. 63-71, 2005.
- GWIRTZ, JEFFREY A.; GARCIA-CASAL, M. N. Processing maize flour and corn meal food products. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1312, n. 1, p. 66-75, 2014.
- JUSTEN, A. P.; FRANCO, M. L. R. S.; MONTEIRO, A. R. G.; MIKCHA, J. M. G.; GASPARINO, E.; DELBEM, A. B. Inclusión de harina de pescado en snacks. **Infopesca Internacional**, v. 47, n. 3, p. 35-38, 2011.
- JUSTEN, A. P.; SOUZA, M. L. R. D.; MONTEIRO, A. R.; MIKCHA, J. M.; GASPARINO, E.; DELBEM, Á. B.; DEL VESCO, A. P. Preparation of extruded snacks with flavored flour obtained from the carcasses of Nile tilapia: physicochemical, sensory, and microbiological analysis. **Journal of Aquatic Food Product Technology**, v. 26, n. 3, p. 258-266, 2017.
- MATIUCCI, M. A. et al. Aproveitamento de resíduos da filetagem de tilápia na produção de patê com adição de óleo essencial de orégano. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e59510213059-e59510213059, 2021b.
- MATIUCCI, M. A. et al. Savory cereal bars made with seed, fruit peel, and fish meal. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 14, n. 4, 2020a.

- MOREIRA, R. T.; LEMOS, A. L. D. S. C.; HARADA, M. M.; CIPOLLI, K.; MENDES, E. S.; GUIMARÃES, J. L.; CRISTIANINI, M. Desenvolvimento e aceitação de embutido emulsionado tipo mortadela elaborado com tilápia (*Oreochromis niloticus* L.). **Hig. Aliment**, p. 47-52, 2008.
- NAÇÕES UNIDAS. World urbanization prospects: the 2014 revision: highlights. New York: 2014.
- NUNES, E. S. C. L.; BITTENCOURT, R. H. F. P. M.; SILVA, M. C., MÁRSICO, E. T.; FRANCO, R. M.; Avaliação da qualidade do camarão salgado seco (aviú) e da farinha de peixe (piracuí) comercializados em mercados varejistas da cidade de Belém, Pará. **Rev Inst Adolfo Lutz**, v. 7, n. 2, p. 147-54, 2013.
- OLIVEIRA, G. G.; THOMAZINI, A. A. C.; GRANZOTO, G. H.; GASPARINO, E., CASETTA, J.; FEIHRMANN, A. C. et al. Panquecas sem glúten enriquecida com mix desidratado proteico de salmão e tilápia. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 29909-29928, 2022.
- PAULA, P. R. P.; JÚNIOR, A. P. N.; DE SOUZA, W. L.; DE ABREU, M. J. I.; TEIXEIRA, R. M. A.; CAPPELLE, E. R.; TAVARES, V. B. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiacu com inclusão fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, p. 148, 2020.
- PEIXE, B. R. 2022. Anuário Peixe BR da Piscicultura 2021. São Paulo **Associação Brasileira de Piscicultura**, 1-79, 2021.
- REGITANO-DARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F.; CASTELLUCCI, A. C. L. Processamento e industrialização do milho para alimentação humana. **Visão Agrícola**, n. 13, p. 138-140, 2015.
- SARY, C.; FRANCISCO, J. G. P.; DALLABONA, B. R.; DE MACEDO, R. E. F.; GANECO, L. N.; KIRSCHNIK, P. G. Influência da lavagem da carne mecanicamente separada de tilápia sobre a composição e aceitação de seus produtos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 7, n. 4, p. 423-432, 2009.
- SAS. Institute Inc. 2010. **Guia do usuário SAS/STAT, versão 9.3 of the SAS System for Windows**. Cary. EUA. 1, 943.
- SIGNOR, F. R. P.; SIGNOR, A. A.; COLDEBELLA, P. F.; SIMÕES, G. S.; BOSCOLO, W. R. Increase in the nutritional quality of tilapia mechanically separated meat and application in fish patties. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 47047-47061, 2020.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise De Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos, Viçosa, **Universidade Federal De Viçosa**, ed. 3, p. 235, 2002.
- SILVA, JULYA RACHEL ANDRADE DA. Milho não transgênico- Caracterização e formulação de produtos. 2019.
- SOUCI, S. W. et al. **Food composition and nutrition tables**. 2000.
- SOUZA, M. L. R. de; SILVA, D. D. S. da; PEREIRA, I. L. .; ROCHA, L. M. P.; OLIVEIRA, G. G. .; CORADINI, M. F. .; MATIUCCI, M. A. .; FEIHRMANN, A. C.;
- VIDAL, J. M. A., RODRIGUES, M. D. C. P., ZAPATA, J. F. F., & VIEIRA, J. M. M. Concentrado protéico de resíduos da filetagem de tilápia-do-nilo (*Oreochromis niloticus*): caracterização físico-química e aceitação sensorial. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 92-99, 2011.

POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO DO CAJU (*ANACARDIUM OCCIDENTALE* L.) NA PRODUÇÃO DE PREBIÓTICOS E PROBIÓTICOS: UMA REVISÃO

Biotechnological potential of cashew (*Anacardium occidentale* L.) in the production of prebiotics and probiotics: a review

Samira Lopes de Almeida¹; Alesandro Silva Ferreira²; Kesley Pessoa de Sousa³; Francisco Glauber Peixoto Ferreira⁴; Daniel Freire de Sousa⁵; Juliana Jales de Hollanda Celestino⁶

¹Mestranda em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis na Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), *E-mail*: samiraalmeida0517@gmail.com

²Acadêmico do curso de Farmácia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

³Acadêmico do curso de Farmácia da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

⁴Mestrando em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

⁵Doutor em Biotecnologia. Docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

⁶Doutora em Ciências Veterinárias. Docente da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB).

Data do recebimento: 11/06/2022 - Data do aceite: 22/11/2022

RESUMO: Probióticos e prebióticos são classificados como alimentos funcionais e representam importante papel para regulação da microbiota intestinal. Subprodutos da agricultura representam fontes promissoras para produção desses tipos de alimentos, além de representarem uma fonte sustentável. Neste contexto se destaca o caju, um dos principais subprodutos da cajucultura. Diante disso, neste estudo objetivou-se realizar uma revisão de literatura sobre estudos de avaliação do caju na produção de prebióticos e probióticos. Para isto, foi realizada uma revisão de literatura utilizando as bases de dados Periódicos CAPES, PubMed/Medline, Scielo e ScienceDirect com as seguintes palavras-chave: *cashew apple Prebiotic e cashew apple probiotic*. Foram selecionados trabalhos que utilizaram o caju, bem como destacaram o tipo de

espécie utilizadas. Os artigos que não atenderam aos critérios de inclusão não foram incluídos. Após as buscas, se observou que o caju apresenta diversas potencialidades para produção de prebióticos e probióticos a partir da utilização de diferentes tipos de cepas do gênero *Lactobacillus*, por exemplo, além de conter substâncias de interesse para a saúde, como vitaminas, representando substrato adequado e com baixo custo para produção de oligossacarídeos, quando comparados a outros substratos.

Palavras-chave: Alimento funcional. Subproduto. Cajucultura.

ABSTRACT: Probiotics and prebiotics are classified as functional food and play an important role in regulating the intestinal microbiota. Agricultural by-products represent promising sources for the production of these types of foods, besides representing a sustainable source. In this context, cashew stands out as one of the main by-products of cashew farming. In view of this, this study aimed to carry out a literature review on studies of cashew evaluation in the production of prebiotics and probiotics. For this purpose, a literature review was conducted using CAPES Periodicals, PubMed/Medline, Scielo and ScienceDirect databases with the following keywords: cashew apple Prebiotic and cashew apple probiotic. Papers that used cashew were selected, as well as highlighted the type of species used. Articles that did not meet the inclusion criteria were not included. After the searching, it was observed that cashew, presents several potential for production of prebiotics and probiotics from the use of different types of strains of the genus *Lactobacillus*, for example, besides containing substances of interest to health as vitamins representing suitable substrate and with low cost for production of oligosaccharides, when compared to other substrates

Keywords: Functional food. By-product. Cashew culture.

Introdução

Nos últimos anos, a importância da microbiota intestinal na saúde tornou-se cada vez mais proeminente em razão de seus benefícios fisiológicos, como fortalecer a integridade intestinal ou moldar o epitélio intestinal, na captação de energia, proteção contra patógenos e regular a imunidade do hospedeiro. Por conseguinte, há um interesse crescente em intervenções que possam atuar regulando a microbiota e as suas relações com o hospedeiro (THURSBY; JUGE, 2017). Neste sentido, ingredientes com

benefícios associados ao intestino e ao microbioma estão cada vez mais incluídos em uma variedade de alimentos e suplementos, como é o caso dos probióticos e prebióticos, que representam uma das substâncias mais utilizadas para manter um microbioma saudável ou restabelecer seu equilíbrio quando a homeostase bacteriana é afetada (QUIGLEY, 2019; CUNNINGHAM et al., 2021).

Os probióticos podem ser definidos como microrganismos vivos não patogênicos, incluindo a flora bacteriana comensal, que têm efeitos benéficos na saúde do hospedeiro e na prevenção e/ou no tratamento de doen-

ças quando administrados em quantidades adequadas (KUNES; KVETINA, 2016). Os microrganismos mais comuns usados como probióticos são as bactérias lácticas, principalmente os gêneros: *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Enterococcus*, *Bifidobacteria* e algumas leveduras como *Saccharomyces boulardii*. Os efeitos benéficos dos probióticos têm sido amplamente utilizados na melhoria da saúde do hospedeiro e no tratamento de diversas patologias infecciosas e não infecciosas em modelos animais (MALDONADO GALDEANO et al., 2019).

Os compostos prebióticos foram descritos inicialmente descritos como “ingrediente alimentar não digerível que afeta beneficemente o hospedeiro, estimulando seletivamente o crescimento e/ou atividade bactérias no cólon, e desta forma, melhora a saúde do hospedeiro”. De acordo com essa definição, apenas alguns carboidratos, como β -frutanos de cadeia curta e longa como os Fruto-oligossacarídeos (FOS) e inulina, lactulose e glico-oligossacarídeos, podem ser classificados (DAVANI-DAVARI et al., 2019). No entanto, esta definição tem sido expandida e os prebióticos passaram a ser considerados como qualquer substrato que é seletivamente utilizado pelos microrganismos hospedeiros, para além dos normalmente presentes no trato intestinal, com resultados benéficos para a saúde (GIBSON et al., 2017).

Um dos principais benefícios de promoção da utilização desses gêneros alimentícios é a produção de ácidos graxos de cadeia curta que regulam uma série de funções intestinais e fora do intestino, incluindo função de barreira epitelial e mucosa do intestino, e atuando na modulação de processos inflamatórios, no metabolismo da glicose e de lipídeos, além do gasto energético e da saciedade (BLAACK et al., 2020). Além disso, estudos demonstram que prebióticos isolados podem atuar induzindo o metabolismo da glicose

através da indução da modulação do eixo microbioma-intestino-cérebro, o qual tem relação direta com a prevenção do diabetes e da obesidade induzidos por dieta rica em gordura (KHANGWAL; SHUKLA, 2019).

Diante disso, a produção de alimentos funcionais contendo ingredientes prebióticos é uma área que tem destaque determinante na indústria alimentícia nos últimos anos e considerado como um mercado bastante promissor, não só em relação do ponto de vista econômico, quanto pela comprovação científica de seus benefícios. Em virtude dessa demanda, tem se desenvolvido a produção de prebióticos a partir de novas fontes, como resíduos industriais de alimentos, por exemplo (IMRAM et al., 2021). A indústria e a comunidade científica vêm apresentando grande interesse em explorar e introduzir novos ingredientes prebióticos com funcionalidades adicionais, como frações ricas em fibras alimentares proveniente de frutas, vegetais e cereais, devido a várias razões, que incluem a importância comercial, sustentabilidade e benefícios para a saúde (SAH et al., 2016).

Dentre um dos principais materiais fontes de fibra alimentar e considerado como um resíduo agroindustrial no Brasil, é o caju, um pedúnculo carnoso, pseudofruto proveniente do “cajueiro” *Anacardium occidentale* L. (Anacardiaceae). A espécie é uma das principais frutíferas tropicais, ambos, caju e castanha são comestíveis, mas a sua valorização econômica é voltada principalmente para a exploração da castanha. O caju é utilizado principalmente na sua forma processada em virtude de ser um produto bastante perecível. Apresenta em sua composição química altas concentrações de vitamina C, minerais (cálcio e fósforo), compostos fenólicos, flavonoides, compostos voláteis, o que o caracteriza como uma fonte para a formulação de alimentos funcionais e de suplementos alimentares (OLIVEIRA et al., 2020). Alguns

estudos vêm sendo desenvolvidos utilizando o caju na produção de prebióticos e probióticos, diante disso, o presente estudo objetivou realizar uma revisão de literatura acerca de estudos utilizando o caju na produção de prebióticos e probióticos e relatar os resultados encontrados.

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi realizada uma revisão de literatura integrativa com buscas nas bases de dados Periódicos CAPES, PubMed/Medline, Scielo e ScienceDirect, realizadas no período de 18-25 de março de 2022, utilizando o termo: “*Prebiotic or probiotic cashew apple*”, sem considerar o ano de publicação. Para seleção dos artigos foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão: utilizar o caju para avaliação de potencial como probiótico ou prebiótico, assim como destacar a espécie utilizada. Os artigos que não utilizaram o caju como matéria-prima ou não destacaram o tipo de cepa utilizada, bem como não visavam à produção de prebióticos ou probióticos, foram desconsiderados para inclusão neste trabalho.

Resultados e Discussão

Tradicionalmente, na produção de alimentos probióticos, são utilizados produtos lácteos. Porém, atualmente, há um aumento na demanda de produtos que não são de origem animal, devido ao crescimento de pessoas buscando produtos veganos, seja por preferência ou por questões de intolerância à lactose e/ou alérgicos a proteínas do leite. Portanto, a inclusão de probióticos em alimentos não lácteos vem se tornando uma opção cada vez mais atrativa na indústria alimentícia, sendo incorporados na produção

de bebidas, por exemplo (PERICONE et al., 2015).

A utilização do caju para produção de prebióticos e probióticos é interessante, pois é uma maneira de aproveitamento desse produto que, geralmente, é desperdiçado durante o processamento da castanha (DA SILVA et al., 2014). Após a realização das buscas, foi observado que diversos estudos vêm sendo desenvolvidos utilizando a inclusão de diferentes tipos de espécies e utilizando o caju para a avaliação do desenvolvimento de prebióticos e probióticos. Contudo, levando em consideração que não foi estabelecido um período de publicação, o número de publicações revela que há poucos estudos na literatura que utilizaram o caju como matéria-prima para produção de prebióticos e probióticos, como pode ser observado na tabela 1.

Pereira et al. (2011) utilizaram cepas de *Lactobacillus casei* em suco de caju, e determinaram a quantidade adequada de inóculo e o tempo de fermentação, bem como a capacidade de sobrevivência durante o período e temperatura de refrigeração (4°C/42 dias). Observou-se crescimento de *L. casei* durante o armazenamento por refrigeração, o que demonstrou que o suco fermentado com esse tipo de espécie é uma boa e saudável alternativa de alimento funcional contendo probióticos, tão eficientes quanto produtos lácteos para o crescimento de *L. casei*.

Tipos de prebióticos, como os oligossacarídeos são utilizados para formulações que visam a melhorar a microbiota intestinal de bebês, por exemplo, além de melhorarem a qualidade de bebidas lácteas e simbióticos funcionais (IZUMI et al., 2019). No estudo de Da Silva et al., (2014), o suco de caju foi utilizado para produção de oligossacarídeos prebióticos utilizando cepas de *Leuconostoc mesenteroides*, por meio de um processo de síntese enzimática, que resultou na concentração máxima de oligossacarídeos de 104,73

Tabela 1- Estudos com a utilização do caju como matéria prima na produção de prebióticos e probióticos

Material utilizado	Espécies	Referências
Suco de caju	<i>Lactobacillus casei</i>	Pereira et al., 2011
Suco de caju	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Da Silva et al., 2014
Subproduto em pó	<i>Lactobacillus acidophilus</i> , <i>Lactobacillus casei</i> e <i>Lactobacillus paracasei</i>	Duarte et al., 2017
Suco de caju	<i>Lactobacillus plantarum</i> , <i>Lactobacillus casei</i> e <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Kaprasob et al., 2017
Suco de caju	<i>Lactobacillus acidophilus</i> e <i>Lactobacillus plantarum</i>	Kaprasob et al., 2018
Subproduto extrato	<i>Lactobacillus plantarum</i> e <i>Lactobacillus casei</i>	Kaprasob et al., 2019
Suco de caju	<i>Lactobacillus casei</i> , <i>Bifidobacterium breve</i> , <i>Bifidobacterium infantis</i>	Leite et al., 2021
Subproduto liofilizado	<i>Bifidobacterium</i> e <i>Lactobacillus/Enterococcus</i>	Menezes et al., 2021

g/L. Neste estudo os autores ressaltam que o caju representa um substrato adequado e com baixo custo para produção de oligossacarídeos, quando comparados a outros substratos.

Algumas espécies podem ser utilizadas como maneira de melhorar os compostos bioativos e voláteis do suco de caju, como *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* e *L. acidophilus*. No estudo de Kaprasob et al. (2017) observou-se o aumento de vitamina C e de metabólitos fenólicos, como os taninos condensados. No entanto, quando analisada a atividade antioxidante, verificou-se que ocorreu uma diminuição após 48 h de fermentação.

Além disso, algumas pesquisas têm buscado a capacidade de potencializar a quantidade de vitaminas do complexo B, fruto-oligossacarídeos (FOS) e oligossacarídeos da família rafnose (ORF) do suco de caju. Kaprasob et al. (2018), utilizaram cepas de probióticos (*Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* e *Bifidobacterium longum*). Os resultados revelaram que

o suco de caju fermentado com *Lactobacillus acidophilus* e *L. plantarum* apresentaram os maiores teores de oligossacarídeos (ORF e FOS). Os autores sugerem que o suco de caju fermentado pode servir como uma nova fonte prebiótica com vitaminas do complexo B para a formulação de alimentos funcionais e aplicações nutracêuticas.

Em outro estudo de Kaprasob et al. (2019) foram utilizadas cepas de *Lactobacillus plantarum*, *L. casei* e *Bifidobacterium longum*, para o bioprocessamento do caju (bagaço). Os extratos aquosos e etanólicos a 12% foram analisados em relação à composição de compostos fenólicos, bem como foram avaliados a atividade antioxidante total e da inibição enzimática *in vitro* de enzimas (α -glicosidase e α -amilase), que são relevantes para diabetes mellitus tipo 2 e enzima conversora de angiotensina-I (ECA-I), a qual relaciona-se com a hipertensão. Os resultados indicaram alta atividade antioxidante, e alta inibição das enzimas α -glicosidase e α -amilase, e moderada inibição de ECA-I,

revelando, portanto, que o probiótico à base de *Lactobacillus plantarum* e *Lactobacillus casei* é uma estratégia como antioxidante e com benefícios relacionados à inibição de enzimas associadas ao diabetes tipo 2.

Além de estudos utilizando o suco para a fermentação, o subproduto residual do suco foi utilizado para avaliação com espécies de *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei* e *Lactobacillus paracasei*, o qual revelou escores positivos de atividade prebiótica para todas as espécies de *Lactobacillus* testadas (DUARTE et al., 2017). Para ser classificado como prebiótico devem ser adotados alguns critérios: deve ser resistente ao pH ácido do estômago, não pode ser hidrolisado por enzimas de mamíferos e não deve sofrer absorção no trato gastrointestinal, pode ser fermentado pela microbiota intestinal, o crescimento e/ou atividade das bactérias intestinais podem ser seletivamente estimulados por esse composto e este processo melhora a saúde do hospedeiro (DAVARI et al., 2019).

A fermentação é uma função importante do intestino grosso ou cólon, e é reconhecido como o processo pelo qual as bactérias anaeróbicas decompõem carboidratos em ácidos graxos de cadeia curta, gases (hidrogênio, metano e dióxido de carbono) e outros metabólitos (WANG et al., 2019). Outro estudo avaliando o subproduto do caju, aumentou a abundância de *Bifidobacterium* e *Lactobacillus/Enterococcus* durante a fermentação colônica, os quais são considerados como alguns dos grupos bacterianos mais importantes associados à saúde humana, por serem capazes de exercer efeitos benéficos no cólon. Além disso, o extrato foi capaz de di-

minuir a abundância relativa de *Bacteroides/Prevotella*, *Eubacterium rectale/Clostridium coccoides* e *Clostridium histolyticum*, os quais estão associados com efeitos maléficos à saúde. O extrato aquoso do subproduto de caju liofilizado aumentou as contagens de bactérias lácticas e diminuiu as contagens de Enterobacteriaceae durante a fermentação colônica. Além disso, o material foi capaz de diminuir o pH, assim como aumentou a produção de ácidos graxos de cadeia curta nos meios de fermentação colônica (MENEZES et al., 2021).

Desta forma, os estudos indicam que esse subproduto da cajucultura representa uma fonte promissora para a inclusão na produção de alimentos funcionais como prebióticos e probióticos, ressaltando uma forma de valorização deste material.

Considerações Finais

Diante dos resultados, observamos que o caju apresenta diversas potencialidades para produção de prebióticos e probióticos, a partir da utilização de diferentes tipos de espécies, como as do gênero *Lactobacillus*, por exemplo, assim como contém substâncias de interesse para a saúde como vitaminas e que representa um substrato adequado com baixo custo para produção de oligossacarídeos, quando comparados a outros substratos. Portanto, o caju se apresenta como uma fonte para a produção de alimentos funcionais (probióticos e prebióticos) promotores da saúde, bem como estimula a compreensão da importância do aproveitamento deste produto da cajucultura.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro

REFERÊNCIAS

- BLAAK, E. E.; CANFORA, E. E.; THEIS, S.; FROST, G.; GROEN, A. K.; MITHIEUX, G.; NAUTA, A.; SCOTT, K.; STAHL, B.; VAN HARSSSELAAR, J.; VAN TOL, R.; VAUGHAN, E. E.; VERBEKE, K. Short chain fatty acids in human gut and metabolic health. **Beneficial Microbes**, v. 11, n. 5, p. 411-455, 2020.
- CUNNINGHAM, M.; AZCARATE-PERIL, M. A.; BARNARD, A.; BENOIT, V.; GRIMALDI, R.; GUYONNET, D.; HOLSCHER, H. D.; HUNTER, K.; MANURUNG, S.; OBIS, D.; PETROVA, M. I.; STEINERT, R. E.; SWANSON, K. S.; VAN SINDEREN, D.; VULEVIC, J.; GIBSON, G. R. Shaping the Future of Probiotics and Prebiotics. **Trends in Microbiology**, v. 29, n. 8, p. 667-685, 2021.
- DA SILVA, I. M.; RABELO, M. C.; RODRIGUES, S. Cashew juice containing prebiotic oligosaccharides. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, 2078-2084, 2014.
- DAVANI-DAVARI, D.; NEGAHDARIPOUR, M.; KARIMZADEH, I.; SEIFAN, M.; MOHKAM, M.; MASOUMI, S. J.; BERENJIAN, A.; GHASEMI, Y. Prebiotics: Definition, Types, Sources, Mechanisms, and Clinical Applications. **Foods**, v. 8, n. 3, 2019.
- DUARTE, F. N. D.; RODRIGUES, J. B.; DA COSTA LIMA, M.; LIMA, M. DOS S.; PACHECO, M. T. B.; PINTADO, M. M. E.; DE SOUZA AQUINO, J.; DE SOUZA, E. L. Potential prebiotic properties of cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) agro-industrial byproduct on *Lactobacillus* species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 11, p. 3712-3719, 2017.
- HIJOVÁ, E.; BERTKOVÁ, I.; ŠTOFILOV, J. Dietary fibre as prebiotics in nutrition. **Central European Journal of Public Health**, v. 27, n. 3, p. 251-255, 2019.
- IZUMI, H.; EHARA, T.; SUGAHARA, H.; MATSUBARA, T.; MITSUYAMA, E.; NAKAZATO, Y.; TSUDA, M.; SHIMIZU, T.; ODAMAKI, T.; XIAO, J. Z.; TAKEDA, Y. The Combination of *Bifidobacterium breve* and Three Prebiotic Oligosaccharides Modifies Gut Immune and Endocrine Functions in Neonatal Mice. **The Journal of Nutrition**, v. 149, n. 2, p. 344-353, 2019.
- KAPRASOB, R.; KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; SOMBOONPANYAKUL, P. B vitamins and prebiotic fructooligosaccharides of cashew apple fermented with probiotic strains *Lactobacillus spp.*, *Leuconostoc mesenteroides* and *Bifidobacterium longum*. **Process Biochemistry**, v. 70, p. 9-19, 2018.
- KAPRASOB, R.; KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; SARKAR, D.; SHETTY, K. Fermentation-based biotransformation of bioactive phenolics and volatile compounds from cashew apple juice by select lactic acid bacteria. **Process Biochemistry**, v. 59, p. 141-149, 2017.
- KAPRASOB, R.; SARKAR, D.; KERDCHOECHUEN, O.; LAOHAKUNJIT, N.; KHANONGNUCH, C.; SHETTY, K. Beneficial lactic acid bacteria based bioprocessing of cashew apple juice for targeting antioxidant nutraceutical inhibitors as relevant antidotes to type 2 diabetes. **Process Biochemistry**, v. 82, p. 40-50, 2019.
- KHANGWAL, I.; SHUKLA, P. Potential prebiotics and their transmission mechanisms: Recent approaches. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 27, n. 3, p. 649-656, 2019.
- KUNES, M.; KVETINA, J. Probiotics: Preclinical Testing for Verification of Their Gastrointestinal Effectiveness. **Nutraceuticals: Efficacy, Safety and Toxicity**, p.799-810, 2016.
- LEITE, A. K. F.; SANTOS, B. N.; FONTELES, T. V.; RODRIGUES, S. Cashew apple juice containing gluco-oligosaccharides, dextran, and tagatose promotes probiotic microbial growth. **Food Bioscience**, 42, p.101080, 2021.

MALDONADO GALDEANO, C.; CAZORLA, S. I.; LEMME DUMIT, J. M.; VÉLEZ, E.; PERDIGÓN, G. Beneficial. Effects of Probiotic Consumption on the Immune System. **Annals of Nutrition and Metabolism**, v. 74, n. 2, p.115-124, 2019.

MENEZES, F. N. D. D.; DA CRUZ ALMEIDA, É. T.; DA SILVA VIEIRA, A. R.; DE SOUZA AQUINO, J.; DOS SANTOS LIMA, M.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E. L. Impact of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) by-Product on Composition and Metabolic Activity of Human Colonic Microbiota *In Vitro* Indicates Prebiotic Properties. **Current Microbiology**, v. 78, n. 6, p. 2264-2274, 2021.

MENEZES, F. N. D. D.; DA CRUZ ALMEIDA, É. T.; DA SILVA VIEIRA, A. R.; DE SOUZA AQUINO, J.; DOS SANTOS LIMA, M.; MAGNANI, M.; DE SOUZA, E. L. Impact of Cashew (*Anacardium occidentale* L.) by-Product on Composition and Metabolic Activity of Human Colonic Microbiota *In Vitro* Indicates Prebiotic Properties. **Current Microbiology**, v. 78, n. 6, p. 2264-2274, 2021.

PEREIRA, A. L. F.; MACIEL, T. C.; RODRIGUES, S. Probiotic beverage from cashew apple juice fermented with *Lactobacillus casei*. **Food Research International**, v. 44, n. 5, p.1276-1283, 2011.

PERRICONE, M.; BEVILACQUA, A.; ALTIERI, C.; SINIGAGLIA, M.; CORBO, M. R. Challenges for the Production of Probiotic Fruit Juices. **Beverages**, v. 1, n. 2, p. 95-103, 2015.

SAH, B. N. P.; VASILJEVIC, T.; MCKECHNIE, S.; DONKOR, O. N. Effect of pineapple waste powder on probiotic growth, antioxidant and antimutagenic activities of yogurt. **Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 3, p.1698-1708, 2016.

THURSBY, E.; JUGE, N. Introduction to the human gut microbiota. **Biochemical Journal**, v. 474, n.11, 1823-1836, 2017.

WANG, M.; WICHENCHOT, S.; HE, X.; FU, X.; HUANG, Q.; ZHANG, B. *In vitro* colonic fermentation of dietary fibers: Fermentation rate, short-chain fatty acid production and changes in microbiota. **Trends in Food Science & Technology**, v. 88, p. 1-9, 2019.

PROPRIEDADES DO FERMENTADO KEFIR DE ÁGUA EM DIFERENTES SUBSTRATOS ALIMENTARES

Properties of fermented water kefir in different food substrates

Cinthia Elizabeth Fuentes-Jaime^{1*}; Geovanna Godoy Ramos²;
Renata Aparecida Soriano Sancho³

¹Nutricionista graduada pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Mestranda em Alimentos e Nutrição da Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

²Nutricionista graduada pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Residente Intensivista no Hospital PUC-Campinas.

³Nutricionista, Docente do Curso de Nutrição da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Doutora em Ciência de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.

* *E-mail*: cinai-155-@hotmail.com

Data do recebimento: 11/06/2022 - Data do aceite: 28/07/2022

RESUMO: O kefir de água é uma bebida fermentada produzida a partir da adição de grãos de kefir em solução de água com açúcar e/ou extratos vegetais. A capacidade dos grãos de kefir em fermentar diferentes substratos confere sabor frutado e propriedades sensoriais e nutricionais à bebida. Diante disso, este estudo tem por objetivo descrever e discutir o uso dos grãos de kefir de água no desenvolvimento de bebidas não lácteas fermentadas e a capacidade dos grãos fermentar diferentes substratos alimentares. Foi realizada uma revisão da literatura científica. Os estudos mostram que diferentes substratos, como frutas, vegetais e cereais podem ser utilizados. Os tempos de fermentação variaram de 24 horas a 28 dias, e a quantidade de grão variou de 10 g a 480 g. Foi verificada alta atividade antioxidante nas bebidas fermentadas com mel, malte, cebola roxa, morango, romã, kiwi, abacaxi, purê de abóbora e jabuticaba, em razão da grande quantidade de polifenóis que estão presentes nas bebidas ao final da fermentação. Os estudos sugerem grande interesse industrial na melhora das qualidades sensoriais, pelo potencial da bebida fermentada de kefir, que pode substituir sucos industrializados, refrigerantes e bebidas lácteas fermentadas, alcançando diferentes públicos, como intolerantes à lactose e aos veganos.

Palavras-chave: Probióticos. Sucos de Frutas e Vegetais. Antioxidantes.

ABSTRACT: The water kefir is a fermented drink produced by adding kefir grains in a water solution with sugar, and/or vegetable extracts. The capacity of kefir grains to ferment different substrates gives the drink a fruity flavor and sensory and nutritional properties. Therefore, this study aims to describe and discuss the use of water kefir grains in the development of fermented non-dairy beverages and the capacity of the grains to ferment different food substrates. A scientific literature review was carried out and the studies claim that different substrates, such as fruits, vegetables and cereals can be used. The fermentation times varied from 24 hours to 28 days, and the amount of grain varied from 10 g to 480 g. High antioxidant activity was found in beverages fermented with honey, malt, red onion, strawberry, pomegranate, kiwi, pineapple, pumpkin puree and jaboticaba, due to the large amount of polyphenols that are present in the beverages at the end of fermentation. The studies point out the great industrial interest in the improvement of the sensorial qualities, for the potential of the fermented drink of kefir, which can replace industrialized juices, soft drinks and fermented milk drinks, reaching different audiences, such as lactose intolerant people and vegans.

Keywords: Probiotics. Fruit and Vegetable Juices. Antioxidants.

Introdução

O desenvolvimento de produtos *clean label* tem se mostrado alvo de interesse nas indústrias de alimentos e bebidas, devido à crescente demanda por alimentos com atributos nutricionais e funcionais. Dentre os alimentos que podem apresentar essas propriedades, o kefir tem ocupado espaço cada vez maior no mercado pela alta aceitabilidade sensorial e pelos seus benefícios à saúde humana (ARAÚJO et al., 2019; DESTRO et al., 2019).

A bebida fermentada a partir dos grãos de kefir apresenta alto valor nutricional, seja pela fermentação de leite ou solução de água com açúcar. O kefir de água é caracterizado como uma bebida fermentada não láctea, ideal para ser consumido por indivíduos que são intolerantes à lactose e aos veganos

(DESTRO et al., 2019; SOUZA; SILVA, 2017). Ela também é considerada uma inovação para consumo de micronutrientes, em razão da ingestão de uma porção suprir parte das necessidades nutricionais de indivíduos saudáveis (KOH et al., 2018).

Uma porção de 100 mL da bebida fermentada de kefir de água apresenta uma variedade de minerais como fósforo (19,82 mg), cobre (0,367 mg), potássio (531,0 mg), cálcio (138,7 mg), zinco (0,163 mg), magnésio (39,42 mg), manganês (0,103 mg), sódio (23,13 mg), cromo (0,2267 mg), enxofre (31,62 mg), boro (0,351 mg) e níquel (0,128 mg). Esses minerais são primordiais para as atividades metabólicas do organismo humano. (DESTRO et al., 2019). Por outro lado, as vitaminas da bebida fermentada, são dependentes do substrato utilizado.

Alguns autores consideram o kefir como um probiótico, pelos benefícios que a inges-

tão traz ao consumidor. Entretanto, o termo probiótico é definido como “microrganismos vivos que, ao serem ingeridos, trazem benefícios à saúde do hospedeiro”. Essa definição só poderia ser atribuída aos microrganismos do kefir que apresentassem a identificação das cepas (NCCIH, 2020). Contudo, existe a dificuldade na determinação das cepas probióticas do kefir, devido à composição microbiológica ser suscetível à interferência do tempo, temperatura e tipo de substrato utilizado na fermentação (GAO et al., 2015).

A produção do kefir de água é feita a partir da adição de grãos de kefir em solução de água e açúcar, podendo, ainda, adicionar-se vegetais como cenoura, cebola, tomate, erva-doce, melão e morango para obtenção de características sensoriais e nutricionais diferentes (CASSANEGO et al., 2015; CORONA et al., 2016). Devido à sua capacidade de fermentar diferentes substratos alimentares, estudos têm explorado as propriedades de fermentação do kefir de água, com interesse em aprimorar o desenvolvimento de bebidas funcionais, com alto valor nutricional e funcional (PUEPARI; MAGALHÃES; SCHWAN, 2012).

Diante do exposto, este estudo tem por objetivo descrever e discutir o uso dos grãos de kefir de água no desenvolvimento de bebidas não lácteas fermentadas e a capacidade de os grãos fermentarem diferentes substratos alimentares.

Métodos

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura, na qual foram realizadas pesquisas nas bases de dados *U. S. National Library of Medicine* (PubMed), *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO) e *ScienceDirect*. Também foram pesquisados livros e dissertações.

Os seguintes descritores foram utilizados para as buscas: “kefir”, “probióticos”, “fermentação”, “sucos de frutas e vegetais” e “antioxidantes”. Os mesmos termos foram buscados em inglês e espanhol.

A pesquisa nos bancos de dados foi realizada entre os meses de fevereiro e outubro de 2020. Os critérios de inclusão foram: artigos originais, livros e dissertações relevantes para a pesquisa que estudassem aspectos da temática principal do trabalho. Os critérios de exclusão foram: artigos de revisão sistemática e meta-análise.

Resultados e Discussão

Após seleção manual, foram escolhidos 15 artigos elaborados entre os anos de 2012 e 2019 que evidenciam a capacidade de o kefir de água fermentar diferentes substratos alimentares.

Kefir de água

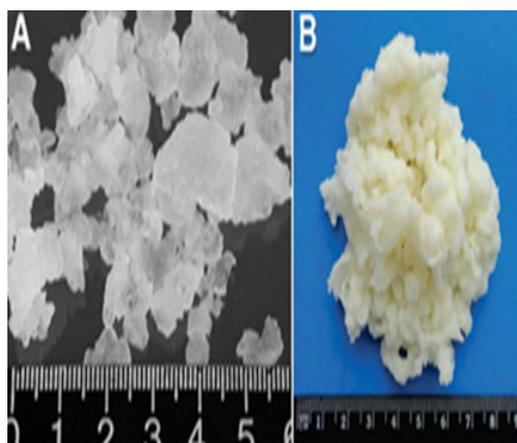
O kefir de água ou açucarado tem uma origem incerta. Relatos indicam que os também chamados “grãos tibi” são originários das folhas de um cacto mexicano (*Opuntia*), de onde foram retirados. Outra possibilidade seria que os grãos foram trazidos por soldados ingleses depois da guerra de Crimeia em 1855, com o nome de “plantas de gengibre”. O kefir de água também é chamado de bálsamo de Gileade, abelhas da Califórnia ou africanas, ale nozes e sementes de cerveja japonesa (WALDHERR et al., 2010).

O kefir de água é uma bebida fermentada produzida a partir da adição de grãos de kefir em solução de água com açúcar, com concentrações de carboidratos fermentáveis que variam de 5 a 10%. Em algumas preparações pode ocorrer a adição de frutas, conferindo atributos sensoriais e nutricionais diferentes à bebida (CORONA et al., 2016).

Estrutura e composição dos grãos de kefir de água

Os grãos de kefir de água apresentam um formato irregular com aparência similar à couve-flor, com 5 a 20 mm de diâmetro e estrutura elástica (WALDHERR et al., 2010). A estrutura é formada por uma matriz de polissacarídeos, sendo a parte externa compacta e povoada por *Lactobacillus*, *Lactococcus* e leveduras infiltradas em dextrana. Por outro lado, a maior proporção da matriz é composta por polissacarídeos do tipo dextrana, produzidos pelos microrganismos do kefir (DAVIDOVIC et al., 2015).

Figura 1 - Estrutura macroscópica dos grãos de kefir de água



Fonte: Leite et al., (2013)

Os grãos de kefir de água são compostos por leveduras do gênero *Kluyveromyces*, *Candida* e *Saccharomyces*, Bactérias Ácido-Lácticas (BAL) dos gêneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* e *Streptococcus*, responsáveis pela produção de diferentes α -glucanos e frutanos de sacarose, além de Bactérias Ácido-Acéticas (BAA). Dentre esses microrganismos, destaca-se *Lactobacillus hilgardii*, que é um importante produtor de

grânulos de dextrana, um polímero capaz de reter água durante o processo de fermentação (GULITZ et al., 2011; MAGALHÃES et al., 2010). Conseqüentemente, em função da sua composição, a matriz dos grãos de kefir de água é denominada como dextrana (WALDHERR et al., 2010). O grão geralmente é translúcido (Figura 1), mas pode variar conforme o tempo de utilização e de fermentação (FELS et al., 2018; WALDHERR et al., 2010).

Composição físico-química do kefir de água

Os valores dos parâmetros da análise físico-química do kefir variam de acordo com o tempo e a temperatura da fermentação, a origem dos grãos, a concentração do substrato utilizado e a predominância microbiana nos grãos (WYK, 2019). Na Tabela I encontram-se listados os valores médios para cada parâmetro físico-químicos analisados por diferentes autores. Foram considerados os estudos que utilizaram apenas solução de água e açúcar mascavo como substrato, e os valores observados no início e após 48h de fermentação.

Observa-se que, durante a fermentação, há uma diminuição de sólidos solúveis, representado pelo valor de °Brix, em função da utilização do açúcar como substrato para formação da matriz de polissacarídeos. Há diminuição do pH e aumento da acidez titulável decorrentes do aumento do teor de compostos ácidos produzidos durante a fermentação, entre eles o ácido láctico e ácido acético (DESTRO et al., 2019; RANDAZZO et al., 2016). Como esperado, a bebida de kefir, obtida após 48 horas de fermentação, tem umidade alta (98,69 %), baixo teor de proteínas, carboidratos e energia (ROCHA-GOMES et al., 2018).

Tabela I - Composição físico-química do kefir de água

Parâmetro	0h	48h	Referência
Potencial hidrogeniônico (pH)	5,77	3,91	
Sólidos solúveis (°Brix)	6,17	4,05	
Acidez total titulável (% ácido)	0,43	4,33	Destro <i>et al.</i> (2019)
Ácido lático (%)	1,19	1,82	
Ácido acético (%)	0,008	0,030	
Ácido cítrico (%)	0,048	0,040	
Ácido succínico (%)	0,018	0,345	
Umidade (%)	*95,14	98,69	
Cinzas (%)	*0,05	0,06	
Lípideos (%)	*0,10	0,09	Rocha-Gomes <i>et al.</i> (2018)
Proteínas (%)	*0,34	0,27	
Carboidratos (%)	*4,40	0,88	
Energia (kcal ⁻¹⁰⁰)	*19,92	5,44	

*Solução de água com açúcar mascavo.

por litro de água potável (DESTRO et al., 2019; FELS et al., 2018; RODRIGUES et al., 2016).

No processo de fermentação do kefir, existe uma simbiose entre as leveduras, BAL e BAA. O metabolismo das leveduras favorece o crescimento de BAL e BAA. A enzima invertase das leveduras hidrolisa a sacarose, resultando em um aumento dos níveis de glicose e frutose, utilizadas como fontes de carbono pelas BAL. Parte do etanol produzido pelas leveduras é usado por BAA para o seu metabolismo (FIORDA et al., 2017).

Após o processo de fermentação, os grãos de kefir devem ser separados da bebida carbonatada obtida por filtração usando uma peneira estéril, sendo que esses grãos que tiveram um ligeiro aumento na biomassa devem ser colocados em uma nova solução para produzir novamente a bebida (ARAÚJO et al., 2019; TU et al., 2019; WYK, 2019).

Processo de fermentação do grão de kefir de água

Os microrganismos do kefir de água fermentam diversos líquidos açucarados. Nesse processo de fermentação, ocorre a produção de etanol, ácido lático e dióxido de carbono, obtendo-se assim água carbonatada. Também são produzidos ácido acético e metabólitos úteis (glicerol, manitol, ésteres). Dentre todos os compostos produzidos, o etanol é o majoritário, atingindo mais de 10% do volume total (FIORDA et al., 2017; LEROI; PIDOUX, 1993).

Diversos fatores são determinantes para o crescimento dos grãos de kefir, como temperatura, pH, biomassa ou concentrado do inóculo, tempo e aeração (ALZATE; RODRÍGUEZ; CAMPUZANO, 2016). De acordo com a literatura, as temperaturas ideais para o processo de fermentação são 21°C e 25°C, e as concentrações das soluções para o cultivo de kefir podem ser de 50 g ou 60 g de açúcar

Capacidade do kefir de água para fermentar diferentes substratos alimentares

Na Tabela II estão presentes 15 estudos realizados entre os anos de 2012 e 2019 com diferentes substratos alimentares utilizados na fermentação com os grãos de kefir, e os atributos encontrados nas bebidas obtidas.

O tempo de fermentação nos diferentes estudos variou de 24 horas a 28 dias, sendo o tempo mais longo para a elaboração de produtos mais complexos, como a bebida funcional de arroz (28 dias) e a cerveja de kefir (27 dias) (SOUZA; SILVA, 2017; RODRIGUES et al., 2016). No processo de fermentação convencional, as quantidades de kefir variaram de 10 g a 125 g, mas, excepcionalmente no processo de fermentação de produtos mais elaborados como a sidra e o vinho, foi utilizado 480 g de kefir imobilizado com pedaços de maçã (ARAÚJO et

al., 2019; NIKOLAOU et al., 2017, 2019; RANDAZZO et al., 2016).

Foi utilizado como substrato para a fermentação do kefir, o açúcar mascavo em combinação com abacaxi, jaboticaba, abóbora e arroz (DESTRO et al. 2019; KOH et al., 2018; LOPEZ-ROJO et al., 2017; SOUZA; SILVA, 2017); sacarose em combinação com malte moído e figo com limão (FELS et al., 2018; RODRIGUES *et al.*, 2016); sucos de frutas isoladas como melão, morango, maçã, uva, kiwi, marmelo, romã e pera espinhosa (CORONA *et al.*, 2016; RANDAZZO et al., 2016).

Além dos substratos mencionados, usaram-se também sucos de vegetais isolados como cenoura, cebola, tomate e erva-doce (CORONA et al., 2016); cereais como único substrato, sendo estes arroz, aveia, milho e cevada (YÉPEZ et al., 2019); extratos de polpa de cacau, soja, coco e arroz (ARAÚJO et al., 2019; PUERARI; MAGALHÃES; SCHAWAN, 2012); a combinação de pedaços de maçã, MCD e mosto de uva ou suco de maçã (NIKOLAOU et al., 2017, 2019); soro de soja (TU et al., 2019) e mel (FIORDA et al., 2016). Observa-se também que, para a elaboração das soluções, foi utilizada água destilada, filtrada ou potável.

Na bebida obtida a partir do substrato de figo com limão, observou-se baixa quantidade de unidades de glicose, isso porque os monossacarídeos provavelmente fazem parte das cadeias laterais da dextrana (FELS et al., 2018). Nos estudos realizados com sucos isolados de frutas e vegetais, houve um aumento dos compostos orgânicos voláteis (91 e 134 compostos respectivamente), quando comparadas à bebida tradicional (66 e 104 compostos respectivamente) (CORONA et al., 2016; RANDAZZO et al. 2016).

No estudo realizado por Nikolaou et al. (2017) utilizou-se como solução suco de maçã, pedaços de maçã, MCD e fermento

para sidra. Observou-se que a cultura de kefir fermentou a sidra, sem competir com o fermento. No kefir de soro de soja, houve uma melhora na digestibilidade da bebida fermentada, por diminuição da atividade inibidora de tripsina, enzima responsável pela clivagem de ligações peptídicas (TU et al., 2019). Por outro lado, entre as bebidas obtidas a partir da aveia, milho e cevada, que foram enriquecidas com riboflavina, a bebida de aveia apresentou maior teor dessa vitamina.

Embora todos os substratos analisados tenham mostrado a capacidade de serem fermentáveis pelos grãos de kefir de água, a influência do substrato na produção da matriz dextrana é diferente. Alguns estudos destacam que, a capacidade de formação de matriz e, conseqüentemente, o aumento dos grãos, foi maior quando utilizado o extrato de arroz, quando comparado à solução de água e açúcar (SOUZA; SILVA, 2017). O mesmo foi observado em outro estudo, em que foram utilizados figo e limão, evidenciando que o uso de substratos vegetais apresenta maior contribuição do que os açúcares simples para formação da estrutura dos grãos de kefir (FELS et al., 2018).

Corona et al. (2016) elaboraram bebidas não lácteas funcionais de vegetais e frutas, dentre as quais, apenas a elaborada com cenoura teve qualidade comparável ao kefir, sendo também a mais aceita. Outros autores propõem alternativas de alimento funcional não lácteo, como o extrato vegetal de arroz; as bebidas vegetais fermentadas de soja, coco e arroz; e, as bebidas de aveia, milho e cevada enriquecidas com riboflavina, sendo uma alternativa para públicos específicos (ARAÚJO et al., 2019; SOUZA; SILVA, 2017; YÉPEZ et al., 2019).

Os dados referentes aos quinze estudos citados na tabela II revelaram que existe um interesse crescente por parte dos pesquisado-

Tabela II. Diferentes combinações de substratos na fermentação de bebida carbonatada com grãos de kefir de água.

Referências	Solução e substrato	Grãos de kefir	Tempo e temperatura de fermentação
Puerari et al. (2012)	225 mL de água destilada + Extrato de polpa de cacau brasileiro	25,5 g	48-72h a 10-25°C
Corona et al. (2016)	50 mL de sucos de diferentes vegetais (cenoura, cebola, tomate e erva-doce) e frutas (melão e morango)	125 g	48h a 25°C
Fiorda et al. (2016)	2000 mL de água destilada estéril + Mel	100 g	24h a 30°C
Randazzo et al. (2016)	150 mL de suco de diferentes frutas (Maçã, uva, kiwi, marmelo, romã e pera espinhosa)	125 g	72h a 25°C
Rodrigues et al. (2016)	1000 mL de água potável + 150 g de malte moído + 5 g de sacarose	30 g	27 dias a 18-20°C
López-Rojo et al. (2017)	237,5 mL de água potável + 2g de fatias de abacaxi + 12,5 g de açúcar mascavo	12 g	53h
Nikolaou et al. (2017)	1000 mL de suco de maçã + 1420 g de pedaços de maçã + 480 g de MCD + fermento para sidra	10 g (L) 480 g (I)	-
Souza e Silva (2017)	100 mL de água filtrada + Extrato hidrossolúvel de arroz + 5 % de açúcar mascavo (p / v)	5 % (p / v)	28 dias a 30°C±2°C
Fels et al. (2018)	1000 mL de água + 2 fatias de figo e limão + 100 g de sacarose	80 g	72h a 21°C
Koh et al. (2018)	Água + Purê de abóbora + Açúcar mascavo	5 % (p / v)	-
Araújo et al. (2019)	250 mL de diferentes extratos vegetais (soja, coco e arroz)	10 g	24h a 25°C
Destro et al. (2019)	470 mL de água + 30g de jabuticaba + 28,2 g de açúcar mascavo orgânico e convencional	30 g	56h a 25°C
Nikolaou et al. (2019)	1000 mL água + 250 mL de mosto de uva + 1420 g de pedaços de maçã + 480g de MCD	10 g (L) 480 g (I)	5-45°C
Tu et al. (2019)	200 mL de soro de soja	5 % (p / v)	5 dias a 25°C
Yépez et al. (2019)	75 mL de água + Aveia ou milho ou cevada + riboflavina)	62,5 g	48h a 30°C

(p / v) = peso por volume; L = livre; I = imobilizado

res em melhorar as características sensoriais e nutricionais dessas bebidas fermentadas e, assim, torná-las funcionais.

Características sensoriais do kefir de água fermentado com diferentes substratos

O principal objetivo dos estudos analisados foi à elaboração de bebidas funcionais, que poderiam substituir bebidas comerciais de baixo valor nutricional e alta concentração de açúcares. No trabalho realizado com a jabuticaba, os autores sugerem o potencial da bebida como substituto de refrigerantes por apresentar cor e sabor agradáveis (DESTRO et al., 2019).

As bebidas que foram submetidas a testes de aceitabilidade apresentaram alta aceitação. No caso da bebida de cacau, a aceitabilidade foi maior quando fermentadas durante 48 e 72 horas a 10°C, e a bebida de abóbora foi mais aceita quando a proporção de purê foi menor (20 %) e a concentração de açúcar mascavo foi maior (20 %), independentemente da temperatura de fermentação (variação de 22-32°C) (KOH et al., 2018; PUERARI; MAGALHÃES; SCHAWAN, 2012).

Alguns estudos utilizaram a escala hedônica para análise sensorial global. Dentre os sucos fermentados de vegetais e frutas, quando submetidos à análise sensorial com a escala hedônica de 9 pontos, o mais apreciado foi o suco de cenoura (aproximadamente 4 pontos) e o menos apreciado foi o suco de melão (aproximadamente 1,5). Quando submetido à análise sensorial utilizando a escala hedônica de 5 pontos, o vinho elaborado com kefir também foi altamente aceito, especialmente quando fermentado a 37°C (3,9±0,7 pontos) (CORONA et al., 2016; NIKOLAOU et al., 2019).

De acordo com Destro et al. (2019) e Koh et al. (2018), substratos como a jabuticaba

e abóbora tornam as bebidas mais atrativas visualmente, devido às cores obtidas, com potencial para a exploração industrial. As bebidas obtidas a partir de diferentes sucos de frutas (pera espinhosa, maçã, romã, kiwi, marmelo e uva), por terem sofrido alterações nas cores e ficado mais escuras (devido ao processo de fermentação), aparentemente são menos interessantes do ponto de vista organoléptico (RANDAZZO et al., 2016).

É importante salientar que os estudos demonstraram que kefirs produzidos com abóbora, cacau, sidra, vinho, cenoura, maçã, uva e mel apresentaram alta aceitabilidade sensorial. Bebidas de cenoura e de mel apresentaram aceitação superior ao kefir tradicional. (CORONA et al., 2016; FIORDA et al., 2016; KOH et al., 2018; NIKOLAOU et al., 2017, 2019; PUERARI; MAGALHÃES; SCHWAN, 2012; RANDAZZO et al., 2016). Esses resultados evidenciam a viabilidade da ampliação da gama de novos produtos não lácteos com qualidade funcional, tanto na indústria como no comércio (FIORDA et al., 2016; PUERARI; MAGALHÃES; SCHWAN, 2012; SOUZA; SILVA, 2017).

Sólidos solúveis totais e açúcares residuais na bebida de kefir e a sua interferência na qualidade da bebida

Na bebida de kefir obtida do suco de frutas e vegetais, a concentração dos sólidos solúveis totais variou de 1,87 a 9,97 °Brix. Os autores desses estudos compararam as bebidas de kefir obtidas com o suco pasteurizado das frutas e vegetais estudadas, e, em todos os casos, a concentração de sólidos solúveis totais foi inferior na bebida de kefir (CORONA et al., 2016; RANDAZZO et al., 2016). No kefir de abacaxi observa-se que, após 53 horas, houve uma queda de 1,71 °Brix, que equivale a 33,9 % de redução. O mesmo aconteceu no kefir de jabuticaba, no qual os sólidos solúveis totais foram de 6,41

para 4,57 °Brix, do tempo inicial de 0h até 56h de fermentação, tendo uma queda de 1,84 °Brix, ou o equivalente para uma redução de 28,7 %. Isso deve-se ao fato de o kefir usar os açúcares como substrato no processo de fermentação (LÓPEZ-ROJO et al., 2017; DESTRO et al., 2019).

As concentrações de sólidos solúveis nas bebidas de cebola e purê de abóbora são superiores aos encontrados nos outros vegetais (CORONA et al., 2016; KOH et al., 2018). Segundo Sales, Costa e Oliveira (2014), a discordância nos resultados da concentração dos sólidos solúveis totais pode ser devido às concentrações das soluções osmóticas utilizadas nas análises. Possivelmente, nas bebidas de cebola e abóbora, as concentrações utilizadas foram maiores, consequentemente resultando em valores mais elevados. No caso da bebida de abóbora, o valor superior também pode ser correspondente do uso de açúcar mascavo no processo de fermentação, pois os autores não informam a quantidade utilizada.

A bebida de kefir a base de mel, quando comparada à bebida de kefir de leite, tem maior teor de glicose e etanol e menor teor de ácido láctico, o que indica que o metabolismo microbiano na fermentação do mel aumenta a conversão de glicose em etanol, o que confere o sabor frutado e floral à bebida (FIORDA et al., 2016).

Nos testes realizados durante a elaboração da sidra e do vinho de kefir, o aumento da temperatura prejudicou a qualidade da fermentação deles, em razão do aumento da concentração alcóolica e diminuição de compostos voláteis interferirem de forma negativa sob a atribuição sensorial das bebidas. Assim, os autores indicam que a temperatura ideal para a elaboração da sidra é 37°C e para o vinho de 30°C. Também observaram que a natureza da cultura de kefir afetou a concentração de açúcar residual, glicerol e etanol. Portanto, recomendam o uso de kefir

imobilizado em DCM para a obtenção de bebidas com maior qualidade (NIKOLAOU et al., 2017, 2019).

Na bebida de kefir de jabuticaba, Destro et al. (2019) observaram que a concentração de sacarose foi reduzida em 30 % após 24 horas de fermentação e de até 93 % após 56 horas. Por outro lado, a concentração dos açúcares redutores (frutose e glicose) aumentou. De acordo com os autores, esse resultado era esperado, pois durante a fermentação ocorre a hidrólise da sacarose, levando à liberação de glicose e frutose.

Puerari, Magalhães e Schawan (2012), ao utilizarem cromatografia líquida de alta performance para analisar os açúcares utilizados durante a fermentação (48 e 72h) da polpa de cacau, constataram que a sacarose, glicose e frutose na bebida foram consumidas totalmente após 72h de fermentação a 25°C, resultado diferente ao observado, quando a fermentação foi produzida a 10°C. Esses achados indicam que a temperatura interfere tanto no metabolismo como na microbiota, consequentemente no consumo de açúcar. Já os ácidos orgânicos e álcoois foram produzidos após o consumo de sacarose, glicose e frutose nas bebidas de cacau.

Influência e potencialidade dos substratos na produção das bebidas

Alguns substratos como o abacaxi, melão e pera espinhosa facilitaram o crescimento da cultura do kefir devido aos açúcares presentes nas soluções (CORONA et al., 2016; LÓPEZ-ROJO et al., 2017; RANDAZZO et al., 2016). Estudos realizados com extratos vegetais também revelaram maior crescimento da cultura em extrato de arroz, quando comparado à solução padrão ou extrato de coco, possivelmente pela maior disponibilidade de nutrientes nesse substrato. A bebida de arroz, obtida após a fermentação, também apresentou maior densidade. O emprego de

frutas e extrato de arroz produziu bebidas com pH mais baixo e menores teores de sólidos solúveis devido ao maior crescimento do kefir na solução e à produção de etanol (ARAÚJO et al., 2019; CORONA et al., 2016; LÓPEZ-ROJO et al., 2017; RANDAZZO et al., 2016; SOUZA; SILVA, 2017). Esses resultados demonstraram que diferentes substratos alimentares, ricos em nutrientes e combinados com o açúcar mascavo, podem ser utilizados para a fermentação do kefir de água.

Com relação aos micronutrientes, bebidas produzidas com açúcar orgânico mantiveram o teor de ferro, quando comparado ao uso do açúcar convencional, que teve o teor desse mineral reduzido durante a fermentação. Substratos ricos em minerais, como a abóbora, aumentaram o teor deles na bebida (DESTRO et al., 2019; KOH et al., 2018). Por outro lado, Yépez et al. (2019) produziram bebidas com cereais (milho, aveia e cevada) enriquecidas com riboflavina, de forma a obter um extrato vegetal fermentado mais nutritivo. Nesse sentido, o enriquecimento da bebida com riboflavina é uma vantagem viável na produção industrial, mas, inexecutável a nível doméstico, pois há risco de mau uso nas quantidades de riboflavina.

Frutas ricas em ácidos orgânicos como a jabuticaba, quando utilizadas na fermentação, melhoram a qualidade da bebida em relação à atividade antioxidante, pois, contém maior teor de ácido cítrico ($0,509 \text{ g L}^{-1}$) e succínico ($0,528 \text{ g L}^{-1}$), em comparação à bebida de kefir tradicional contendo $0,039 \text{ g L}^{-1}$ e $0,319 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente. O mesmo foi observado nas bebidas à base de vegetais, sendo mais significativo o kefir de cenoura que apresentou $1239,85 \text{ } \mu\text{g/L}$ de ácido acético, por outro lado, o valor foi de $35,31 \text{ } \mu\text{g/L}$ para a bebida tradicional de cenoura (CORONA et al., 2016; DESTRO et al., 2019).

As bebidas obtidas a partir desses substratos apresentaram a mesma estrutura micro-

biana estável de LAB e leveduras presentes na bebida tradicional de kefir (CORONA et al., 2016; DESTRO et al., 2019; KOH et al., 2018; PUERARI; MAGALHÃES; SCHWAN, 2012). Ainda na elaboração de sidra com kefir, observou-se que a diversidade microbiana presente nos grãos não sofreu modificação durante o processo de fermentação (NIKOLAOU et al., 2017), evidenciando a capacidade de adaptação dos grãos de kefir em novos substratos.

O uso do soro de soja para fermentação é uma proposta ecológica e sustentável, dado que o soro é uma ótima forma de aproveitamento do subproduto obtido e descartado pela indústria durante a produção do tofu, aumentando, assim, os níveis de contaminação ambiental. Outro ponto a ser considerado, em relação à essa bebida, é a redução dos antinutrientes presentes no soro, aumentando as características nutricionais, a qualidade sensorial e o potencial funcional (TU et al., 2019).

A *The Winter Fancy Food Show*, uma grande feira que aborda as novas tendências alimentares, mostrou que produtos com propriedades nutricionais voltadas ao cuidado da saúde intestinal, como bebidas fermentadas com grãos de kefir, tiveram destaque pela grande variedade de formulações para consumo. A tendência para os próximos anos é o aumento do consumo de produtos desse tipo no âmbito mundial (DUAS RODAS, 2019; SFA, 2020). No Brasil, o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) indica que o consumo de bebidas fermentadas deverá aumentar nos próximos dez anos, devido à introdução crescente de produtos que oferecem ações específicas à saúde humana (REGO; VIALBA; MADI, 2020).

O objetivo em comum observado nas diferentes pesquisas foi o desenvolvimento de produtos alternativos para pessoas com intolerância à lactose, alérgicos ao leite ou

veganos (ARAÚJO et al., 2019; DESTRO et al., 2019).

Atividade antioxidante dos substratos fermentados

A atividade antioxidante pode ser definida pela capacidade de substâncias reduzirem os radicais livres no organismo, os quais estão associados com a oxidação celular. Como benefício, essas substâncias ajudam a reduzir os riscos de doenças crônicas e degenerativas, e retardar o envelhecimento causado pela ação dos radicais livres. As substâncias antioxidantes podem ser produzidas pelo próprio organismo, ou ainda adquiridas pela ingestão de alimentos fontes (SILVA et al., 2015).

O estudo realizado por Fiorda et al., (2016) aponta que os grãos de kefir são capazes de transferir os próprios componentes antioxidantes para a bebida durante o processo de fermentação, quando comparado à quantidade dos níveis de 2,2-difenil-1-picril-hidrazil antes e após a fermentação. Com a adição de outros substratos alimentares na fermentação com grãos de kefir, pode ocorrer um aumento das propriedades antioxidantes, devido à presença natural desses compostos em alguns alimentos.

Segundo Corona et al. (2016), o kefir fermentado com suco de cebola roxa apresentou $9,36 \pm 1,32$ mg/L Cy-3glc, sendo essa uma alta quantidade de antocianinas (avaliadas pelo método eletroforese em gel com gradiente desnaturante, DGGE), as quais estiveram associadas com a eliminação de radicais livres. Valores mais altos foram encontrados no kefir fermentado com suco de morango, $24,79 \pm 2,85$ mg/L Cy-3glc. Nesse estudo, foi evidenciado que, em todas as amostras de kefir com sucos de vegetais, o teor de fenóis totais apresentou uma correlação positiva com a atividade antioxidante tanto antes como após a fermentação.

A avaliação da atividade antioxidante do kefir produzido com diversas frutas (maçã, marmelo, uva, kiwi, pera espinhosa e romã), pelo método 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), revelou que as bebidas produzidas com romã e kiwi apresentaram os melhores resultados. Os autores associaram as atividades antioxidantes mais elevadas às maiores concentrações de polifenóis presentes nas frutas (RANDAZZO et al., 2016).

López-Rojo et al. (2017) observaram, através de uma análise de relação linear, que existe uma associação direta entre os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante em kefir de abacaxi. Além disso, os autores justificam que, quanto maior a disponibilidade de compostos fenólicos livres na bebida, maior é a eliminação de espécies reativas de oxigênio e, conseqüentemente, maior atividade antioxidante. O estudo indica que após 53 horas de fermentação o kefir de abacaxi teve concentração máxima de 19.78 mg de fenóis totais, e a baixa concentração deve-se a pouca fruta utilizada na solução.

Ao avaliar o efeito protetor do kefir de mel contra danos ao DNA, verificou-se a capacidade de o produto eliminar os radicais ABTS, DPPH e os ânions superóxido. Os autores do estudo sugerem que o kefir de mel favorece o sistema de defesa contra reações de danos oxidativos, evitando a formação de radicais livres e reparando os danos causados por espécies reativas de oxigênio ao DNA (FIORDA et al., 2016).

O kefir fermentado com malte apresentou propriedades anti-inflamatórias no grupo intervenção, através de um estudo utilizando modelo animal, com ratos Wistar. Essas propriedades estiveram relacionadas ao teor de polifenóis da bebida, dentre eles os flavonoides (catequina e quercetina), os ácidos fenólicos e hidroxicinâmicos. Nesse estudo, foi verificada a presença desses compostos na bebida, após 90 dias do envase. Os autores

indicam que há uma relação entre o teor de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante em bebidas fermentadas com grãos de kefir (RODRIGUES et al., 2016).

Dentre outras bebidas, o kefir de purê de abóbora também apresentou um aumento da atividade antioxidante após a fermentação, e

na bebida de jabuticaba houve a produção de ácido succínico, considerado antioxidante por desempenhar um papel sob a normalização do metabolismo energético (DESTRO et al., 2019; KOH et al., 2018). Os principais dados dos estudos que avaliaram a capacidade antioxidante das bebidas de kefir encontram-se na Tabela III.

Tabela III – Estudos que avaliaram a capacidade antioxidante das bebidas de kefir

Estudo	Substrato	Compostos	Método
Fiorda et al. (2016)	Mel	Flavonoides (rutina)	ABTS
Corona et al. (2016)	Cebola roxa e morango	Antocianinas	DGGE
Randazzo et al. (2016)	Romã e kiwi	Polifenóis	DPPH
Rodrigues et al. (2016)	Malte + sacarose	Flavonoides (catequina e quercetina)	HPLC
López-Rojo et al. (2017)	Abacaxi + açúcar mascavo	Compostos fenólicos	DPPH
Koh et al. (2018)	Abóbora + açúcar mascavo	Ácidos clorogênico, ferúlico, p-cumárico	HPLC
Destro et al. (2019)	Jabuticaba + açúcar mascavo	Ácido succínico	HPLC

ABTS: 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6- ácido sulfônico; HPLC: cromatografia líquida de alta performance

Considerações Finais

De acordo com os dados avaliados e discutidos no presente estudo, conclui-se que os grãos de kefir de água têm a capacidade de fermentar diferentes substratos alimentares provenientes de frutas, vegetais e cereais. As bebidas obtidas nos diferentes estudos apresentaram padrões de identidade e qualidade que estão de acordo com os padrões de bebidas fermentadas industrializadas.

Portanto, os grãos de kefir de água podem ser utilizados para a obtenção de bebidas não lácteas fermentadas funcionais com baixo teor de açúcar que apresentam atributos sensoriais e nutricionais variados e, ainda, propriedades antioxidantes em função dos substratos utilizados durante a fermentação. A tendência para os próximos anos é o aumento do consumo de produtos fermentados desse tipo, associados à sustentabilidade e à saúde humana, com potencial para atender diferentes públicos.

REFERÊNCIAS

ALZATE, B. C. S.; RODRÍGUEZ, M. C.; CAMPUZANO, O. M. Identification of some kefir microorganisms and optimization of their production in sugarcane juice. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v. 69, n. 1, p. 7935-7943, 2016.

ARAÚJO, M. F.; PEIXOTO, S. G. A. S.; SILVA, D. B.; OLIVEIRA, M. S. L. P.; DUARTE, S. M.; ROCHA, F. G. S.; FARIAS, P. K. S. Kefir de água e leite: composição físico-química em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 13, n. 80, p. 645-651, 2019.

CASSANEGO, D. B.; RICHARDS, N. S. P. S.; MAZUTTI, M. A.; RAMIREZ-CASTRILLÓN, M. Leveduras: diversidade em kefir, potencial probiótico e possível aplicação em sorvete. **Ciência e Natura**, v. 37, p. 175-186, 2015.

CORONA, O.; RANDAZZO, W.; ALESSANDRO, M.; GUARCELLO, R.; NICOLA, F.; ERTEN, H.; MOSCHETTI, G.; SETTANNI, L. Characterization of kefir-like beverages produced from vegetable juices. **LWT – Food Science and Technology**, v. 66, p. 572-581, 2016.

DAVIDOVIC, S. Z.; MILJKOVIC, M. G.; ANTONOVIC, D. G.; RAJILIC-STOJANOVIC, M. D.; DIMITRIJEVIC-BRANKOVIC, S. I. Water Kefir grain as a source of potent dextran producing lactic acid bacteria. **Hemijaska Industrija**, v. 69, n. 6, p. 595-604, 2015.

DESTRO, T. M.; PRATES, D. F.; WATANABE, L. S.; GARCIA, S.; BIZ, G.; SPINOSA, W. A. Organic brown sugar and jaboticaba pulp influence on water kefir fermentation. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1-17, 2019.

DUAS RODAS. **Destaques na Winter Fancy Food Show 2019**: sabor e benefícios funcionais de alimentos à base de plantas. 13 mar. 2020. Disponível em: <https://www.duasrodas.com/blog/tendencias/sabor-e-beneficios-funcionais-de-alimentos-a-base-de-plantas-sao-destaques-na-winter-fancy-food-show-2019/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

FELS, L.; JAKOB, F.; VOGEL, R. F.; WEFERS, D. Structural characterization of the exopolysaccharides from water kefir. **Carbohydrate Polymers**, v. 189, p. 296-303, 2018.

FIORDA, F. A.; MELO, G. V.; THOMAZ-SOCCOL, V.; MEDEIROS, A. P.; RAKSHIT, S. K.; SOCCOL, C. R. Development of kefir-based probiotic beverages with DNA protection and antioxidant activities using soybean hydrolyzed extract, colostrum and honey. **LWT – Food Science and Technology**, v. 68, p. 690-607, 2016.

FIORDA, F. A.; PEREIRA, G. V. M.; THOMAZ-SOCCOL, V.; RAKSHIT, S. K.; PAGNONCELLI, M. G. B.; VANDENBERGHE, L. P. S.; SOCCOL, C. R. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation - A review. **Food Microbiology**, v. 66, p. 86-95, 2017.

GAO, W.; ZHANG, L.; FENG, Z.; LIU, H.; SHIGWEDHA, N.; HAN, X.; YI, H.; LIU, W.; ZHANG, S. Microbial diversity and stability during primary cultivation and subcultivation processes of Tibetan kefir. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 50, n. 6, p. 1468-1476, 2015.

GULITZ, A.; STADIE, J.; WENNING, M.; EHRMANN, M. A.; VOGEL, R. F. The microbial diversity of water kefir. **International Journal of Food Microbiology**, v. 151, p. 284-288, 2011.

KOH, W. Y.; UTRA, U.; ROSMA, A.; EFFARIZHA, M. E.; ROSLI, W. I. W.; PARK, Y. Development of a novel fermented pumpkin-based beverage inoculated with water kefir grains: a response surface methodology approach. **Food Science and Biotechnology**, v. 27, n. 2, p. 525-535, 2018.

LEITE, A. M. O.; MIGUEL, M. A. L.; PEIXOTO, R. S.; ROSADO, A. S.; SILVA, J. T.; PASCHOALIN, V. M. F. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 44, n. 2, p. 341-349, 2013.

LEROI, F.; PIDOUX, M. Detection of interactions between yeasts and lactic acid bacteria isolated from sugary kefir grains. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 74, p. 48-53, 1993.

LÓPEZ-ROJO, J. P.; GARCÍA-PINILLA, S.; HERNANDEZ-SÁNCHEZ, H.; CORNEJO-MAZÓN, M. Estudio de la fermentación de kéfir de agua de piña con tibicos.

Revista Mexicana de Ingeniería Química, v. 16, n. 2, p. 405-414, 2017.

MAGALHÃES, K. T.; PEREIRA, G. V. M.; DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F. Microbial communities and chemical changes during fermentation of sugary Brazilian kefir. **World Journal Microbiology and Biotechnology**, v. 26, p. 1241-1250, 2010.

NATIONAL CENTER FOR COMPLEMENTARY AND INTEGRATIVE HEALTH - NCCIH.

Probiotics: What You Need To Know. NCCIH, Rockville Pike, 2020. Disponível em: <https://www.nccih.nih.gov/health/probiotics-what-you-need-to-know#:~:text=Probiotics%20are%20live%20microorganisms%20that,dietary%20supplements%2C%20and%20beauty%20products>. Acesso em: 18 ago. 2020.

NIKOLAOU, A.; GALANES, A.; KANELLAKI, M.; TASSOU, C.; AKRIDA-DEMERTZI, K.; KOURKOUTAS, Y. Assessment of free and immobilized kefir culture in simultaneous alcoholic and malolactic cider fermentations. **LWT – Food Science and Technology**, v. 76, p. 67-78, 2017.

NIKOLAOU, A.; TSAKIRIS, A.; KANELLAKI, M.; BEZIRTZOGLU, E.; AKRIDA-DEMERTZI, K.; KORKOUTAS, Y. Wine Production Using Free and Immobilized Kefir Culture on Natural Supports. **Food Chemistry**, v. 272, p. 39-48, 2019.

PUERARI, C.; MAGALHÃES, K. T.; SCHWAN, R. F. New cocoa pulp-based kefir beverages: Microbiological, chemical composition and sensory analysis. **Food Research International**, v. 48, p. 634-640, 2012.

RANDAZZO, W.; CORONA, O.; GUARCELLO, R.; FRANCESCA, N.; GERMANÀ, N. A.; ERTEN, H.; MOSCHETTI, G.; SETTANNI, L. Development of new non-dairy beverages from Mediterranean fruit juices fermented with water kefir microorganisms. **Food Microbiology**, v. 54, p. 40-51, 2016.

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. **Indústria de Alimentos 2030: ações transformadoras em valor nutricional dos produtos, sustentabilidade da produção e transparência na comunicação com a sociedade.** 1. ed. São Paulo: Ital/Abia, 2020.

ROCHA-GOMES, A.; ESCOBAR, A.; SOARES, J. S.; SILVA, A. A.; DESSIMONI-PINTO, N. A. V.; RIUL, T. R. Chemical composition and hypocholesterolemic effect of milk kefir and water kefir in Wistar rats. **Revista de Nutrição**, v. 31, n. 2, p. 137-145, 2018.

RODRIGUES, K. L.; ARAÚJO, T. H.; SCHNEEDORF, J. M.; FERREIRA, C. S.; MORAES, G. O. I.; COIMBRA, R. S.; RODRIGUES, M. R. A novel beer fermented by kefir enhances antiinflammatory and anti-ulcerogenic activities found isolated in its constituents. **Journal of Functional Foods**, v. 20, p. 58-69, 2016.

SALES, P. V. G.; COSTA, A. C. R.; OLIVEIRA, E. M. Secagem natural de banana nanica com e sem pré tratamento osmótico. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v. 1, n. 1, p. 41-45, 2014.

SILVA, E. B.; RAPAOSO, M. C. M.; CONCEIÇÃO, M. M.; SANTOS, V. O. Capacidade antioxidante de frutas e hortaliças. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 5, p. 93-98, 2015.

SOUZA, U. S.; SILVA, M. R. Avaliação de pH, acidez titulável e crescimento de massa colônica de grãos de kefir de água inoculados em extrato hidrossolúvel de arroz (*Oryza sativa*). **Higiene Alimentar**, v.31, n. 264/265, p. 143-148, 2017.

SPECIALTY FOOD ASSOCIATION - SFA. **Water kefir.** 2020. Disponível em: <https://www.specialtyfood.com/site-search/?insearch=water+kefir>. Acesso em: 17 jun. 2020.

TU, C.; AZI, F.; HUANG, J.; XU, X.; XING, G.; DONG, M. Quality and metagenomic evaluation of a novel functional beverage produced from soy whey using water kefir grains. **LWT – Food Science and Technology**, v. 113, p. 1-10, 2019.

WALDHERR, F. W.; DOLL, V. M.; MEIBNER, D.; VOGEL, R. F. Identification and characterization of a glucan-producing enzyme from *Lactobacillus hilgardii* TMW 1.828 involved in granule formation of water kefir. **Food Microbiology**, v. 27, p. 672-678, 2010.

WYK, J. V. Kefir: the champagne of fermented beverages. In: GRUMEZESCO, A. M.; HOLBAN, A. M. **Fermented Beverages**, v. 5. [S. l.]: The Science of Beverages, 2019. *E-book*. p. 473-527.

YÉPEZ, A.; RUSSO, P.; SPANO, G.; KHOMENKO, L.; BIASOLI, F.; CAPOZZI, V.; AZNAR, R. *In situ* riboflavin fortification of different kefir-like cereal-based beverages using selected Andean LAB strains. **Food Microbiology**, v. 77, p. 61-68, 2019.

POLÍTICA EDITORIAL
NORMAS EDITORIAIS

POLÍTICA EDITORIAL

Natureza das Colaborações

A REVISTA PERSPECTIVA considera, para publicação, trabalhos originais que sejam classificados nas seguintes modalidades: resultados de pesquisas sob a forma de artigos, revisão de literatura, resenhas e comunicações breves sobre publicações recentes, de autoria de docentes pesquisadores da URI e de outras Instituições de Ensino Superior do Brasil e do exterior. As modalidades citadas podem ser escritas em português, inglês e espanhol.

Mecanismos de Avaliação

É mantido rigoroso sigilo, de autores e avaliadores, dos artigos, revisões de literatura, resenhas e comunicações, não sendo divulgados, para as partes, os nomes dos envolvidos. As avaliações são realizadas sempre por dois avaliadores e, em caso de discordância, um terceiro avaliador é requisitado. São critérios de avaliação: originalidade, contribuição para a área, qualidade técnica do texto, da apresentação e da metodologia.

Quanto aos Avaliadores, a Revista Perspectiva mantém, em seu Conselho Editorial, professores pesquisadores conceituados das diversas áreas do conhecimento, assim como Conselheiros de Área (ad hoc), convidados à avaliação, quando necessário.

O resultado da avaliação é devolvido para o primeiro autor do artigo, exclusivamente via sistema Open Journal Systems (OJS). Posteriormente, os artigos serão publicados na versão on-line da Revista, ficando disponíveis a todos os interessados.

Cessão dos Direitos Autorais

A publicação de um trabalho implica, automaticamente, na cessão integral dos direitos autorais à Revista Perspectiva, e os originais não serão devolvidos a seus autores. As ideias e opiniões, expressas nos artigos, são de exclusiva responsabilidade dos autores, não refletindo, necessariamente, as opiniões do Conselho Editorial da Revista Perspectiva.

Os autores que tiverem seus artigos aceitos, no momento do reenvio com as adequações, deverão incluir o Termo de Cessão de Direitos Autorais, assinado pelos respectivos autores. Somente de posse deste termo é que se dará continuidade ao processo de publicação. O referido termo será enviado, juntamente com o aceite do artigo, ao primeiro autor.

NORMAS EDITORIAIS

1 Quanto a Modalidade

- Resultados de pesquisas sob a forma de artigos;
- Revisão de literatura;
- Resenhas sobre publicações recentes;
- Comunicações.

2 Identificação do Manuscrito

Título do trabalho (em língua portuguesa e em língua estrangeira) na primeira página.

A identificação dos autores deverá ser explicitada abaixo do título e conter as seguintes informações:

- Nome(s) completo(s) do(s) autor(es) (quando mais de um, separados por ponto e vírgula), centralizado(s).
- Para cada autor utilizar um número arábico sobrescrito. Fazer chamada abaixo do(s) autor(es) para indicar a filiação acadêmica, instituição a que pertence(m).
- Informar e-mail de todos os autores.

3 Apresentação e Organização

A partir da segunda página, o corpo do artigo deverá atender a normas relacionadas a seguir:

3.1 Título do trabalho

Apresentar o título do manuscrito em língua portuguesa e em língua estrangeira (preferencialmente inglês).

3.2 Resumo e Palavras-chave

Redigido num único parágrafo, composto de uma sequência de frases completas, concisas e não por numeração de tópicos, o texto deve limitar-se à extensão de, no máximo, 200 palavras. Deve vir seguido das palavras-chave (de 3 a 5).

3.3 Resumo em língua estrangeira

Consiste na versão do resumo, feito em português, para uma outra língua de veiculação internacional (preferencialmente inglês - *Abstract*). Também deve ser seguido das palavras-chave (*keywords*) na língua em que foi versado.

3.4 Elementos Textuais

Quanto à composição textual, o artigo deverá conter: introdução contendo os objetivos, material e métodos, resultados, discussão, considerações finais. Pode, no entanto, essa estrutura variar de acordo com as especificidades das áreas, assim como objetivos do(s) autor(es).

3.5 Tabelas e Ilustrações (figuras, quadros e tabelas)

Quando apresentadas, devem ser coerentemente distribuídas ao longo do texto, devidamente identificadas (títulos e fontes, quando necessário). Quanto à numeração, na identificação de tabelas e quadros utilizar números romanos; nas figuras, utilizar números arábicos. Imagens merecem especial cuidado quanto à nitidez. Com relação à utilização de fotos, deve-se encaminhar, também, o arquivo anexo em “.jpg” (300 dpi). Na versão on-line poderão ser utilizadas CORES. Na versão impressa, as cores serão transformadas em tons de cinza e preto.

3.6 Notas (explicativas) e Complementos

Notas devem ser numeradas, vir em uma lista ao final do artigo, antes do item Referências, assim como os agradecimentos e informes complementares, quando explicitados.

3.7 Pesquisas com Seres Humanos

Todo artigo originado de pesquisas com seres humanos, de qualquer natureza, necessitará estar acompanhado de parecer de aprovação do Comitê de Ética, além de, na sua metodologia, estar descrito que foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição proponente.

3.8 Citações Bibliográficas

A Revista *Perspectiva* adota o sistema autor-data e segue normas da revista baseadas na ABNT.

3.9 Referências

Todas as referências citadas no texto devem ser listadas em ordem alfabética em letras maiúsculas de acordo com o primeiro autor. Referências devem ser iniciadas em uma página separada.

Exemplos:

Livros

NEUMANN, A. P.; CARDOSO, C.;

BIASUS, F. (org.). **Iniciação à Pesquisa em Psicologia**. Erechim/RS: EdiFAPES, 2018. *E-book*.

NOGARO, A.; SILVA, H. A. **Professor Reflexivo: prática emancipatória?** Curitiba/PR: CRV, 2015.

SARTORI, G. L. Z. **Reprodução Humana Assistida: um direito fundamental?** Curitiba: APPRIS, 2015.

STEFFENS, J.; BACKES, G. T.; VALDUGA, A.T. (org.). **Processos tecnológicos, biotecnológicos e engenharia de processos em alimentos**. Erechim: EdiFAPES, 2014.

STORTI, A.T. et al. **Trabalhos acadêmicos: da concepção à apresentação**. 3. ed. Erechim: EdiFAPES, 2013.

Capítulo de Livro

BORDIN, X. M.; ZANIN, E. M.; ZAKRZEWSKI, S. B. B. Percepção Ambiental: subsídio para processos participativos em Unidades de Conservação. *In*: SANTOS, J. E.; ZANIN, E. M. (org.).

Faces da Polissemia da Paisagem: Ecologia, Planejamento e Percepção. 5. ed. São Carlos/SP: Rima, 2013, p. 325-347.

Periódicos (todos os autores devem ser citados e os nomes dos periódicos devem ser escritos por extenso)

FIORI, L. F.; CIONEK, V. M.; SACRAMENTO, P.A.; BENEDITO, E. Caloric content of leaves of five tree species from the riparian vegetation in a forest fragment from South Brazil. **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 27, n. 3, p. 247-253, 2015.

SILVA, G. M. M.; CONFORTIN, H. Cultura Italiana: Estudo Comparativo - Descritivo da Culinária Italiana da Itália e da Culinária Italiana do Brasil. **Perspectiva**, v. 39, n. 148, p. 33-45, 2015.

Teses e Dissertações

HENTZ, R. **Otimização da extração de antocianinas da casca da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) e avaliação da capacidade antioxidante**. 2015. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - URI Erechim, Erechim, RS, 2015.

Publicações Periódicas em Meio Eletrônico

MARCONDES, C. B.; XIMENES, M. de F. de M. Zika virus in Brazil and the danger of infestation by *Aedes (Stegomyia)* mosquitoes. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, n. 49, v. 1, p. 4-10, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v49n1/0037-8682>. Acesso em: 30 mar. 2016.

Trabalhos em Anais

ZANOELLO, S. F.; SILVA, F. L.; VERONEZE, D. J. Ensino de Geometria: uma proposta desenvolvida pelo PIBID. *In*: XIV Conferência Interamericana de Educação Matemática, 2015, Tuxtla, Chiapas, México. **Anais [...]** Tuxtla, 2015. Disponível em: http://xiv.ciaem-redumate.org/index.php/xiv_ciaem/xiv_ciaem/paper/view/263. México, 2015. Acesso em: 13 abr. 2016.

3.10 Extensão

Quanto ao número de páginas, os artigos devem ter **um mínimo de 10 e máximo de 15**.

3.11 Apresentação gráfica

- Papel: formato A4 (21 cm x 29,7 cm)
- Formato e tamanho da letra: fonte Times New Roman, tamanho 12
- Margens e Alinhamento: **margens 2,5 cm; texto:** parágrafo justificado; **títulos:** do artigo em português e em língua estrangeira, em maiúsculas, negritar e centralizar; **subtítulos:** alinhados à esquerda, em negrito, em maiúsculas e minúsculas, Não deverão apresentar numeração sequencial.
- Espacejamentos: Texto - utilizar 1,5, com exceção de Resumo e *Abstract*, nos quais deve-se usar espaçamento simples. Nas Referências: utilizar espaçamento simples em cada referência. Entre os itens, utilizar 1,5.
- Todas as páginas devem ser numeradas, bem como as linhas de cada página, a partir do resumo.

4 Orientações para apresentação de resenhas

- 4.1 Referência da obra resenhada, segundo normas da revista baseadas na ABNT.
- 4.2 Quanto à extensão, restringir-se ao máximo de quatro páginas.

5 Orientações para Comunicações

- 5.1 Este espaço é destinado a notas prévias de pesquisa, relatos de informações sobre temas relevantes apoiados em pesquisas recentes, sínteses de Dissertações ou Teses em processo final de elaboração, trabalhos de distribuição de espécies, trabalhos de comunicação de métodos, validação de métodos.
- 5.2 Os manuscritos devem ser organizados em formato semelhante aos artigos, com as seguintes modificações: o texto deverá ser escrito diretamente, sem seções, e deverá conter: Resumo (máximo 100 palavras), Introdução, Material e Métodos, Resultados e Discussão. Os agradecimentos (opcional), porém, deverão ser sucintos, com nomes de pessoas e instituições escritos por extenso.

As referências citadas, figuras, legendas e tabelas devem seguir as mesmas normas dos artigos científicos desta Revista.

- 5.3 Para este tipo de produção o texto deve ter um mínimo de 02 e, um máximo de 04 páginas.
- 5.4 A diferença básica referente ao texto entre **Artigo e Comunicações** é a falta de subdivisão e o menor espaço gráfico da última. Desta forma, todas as demais normas editoriais aplicadas aos **Artigos** também valem para as **Comunicações**.

6 Envio

Os trabalhos devem ser submetidos *via software* Open Journal Systems (OJS), no endereço <http://ojs.uricer.edu.br/ojs/>, atendendo às Normas Editoriais e aos prazos estabelecidos conforme Calendário Anual. Todo o processo de submissão e publicação dos manuscritos se dá via OJS.

A confirmação do recebimento do artigo será dada automaticamente pelo sistema por uma mensagem enviada ao e-mail do autor.

A Revista Perspectiva se reserva o direito de NÃO aceitar artigos que não atendam a TODAS as normas editoriais de apresentação e envio.

NORMAS PARA PUBLICAÇÃO DE VOLUME ESPECIAL

- os artigos submetidos devem ser avaliados por consultores externos
- a possibilidade da publicação de 2 volumes por ano
- ter, no mínimo, 6 e, no máximo, 10 artigos aprovados
- artigos submetidos sejam oriundos do Pós-Graduação *Stricto Sensu*, *Lato Sensu* e de produção científica institucionalizada e de eventos da URI
- a solicitação de volume especial deve ser feita por escrito, pelo Chefe de Departamento/ Coordenador de PPG *Stricto Sensu*, até o final do mês de novembro de cada ano.

INFORMAÇÕES

Solicitações de assinaturas e de números avulsos devem ser realizados via e-mail.

URI Erechim - Revista Perspectiva

Av. Sete de Setembro, 1621 Caixa Postal: 743

99709-910 Erechim/RS - Brasil

Fone: (54) 3520-9000 **Ramal:** 9020

E-mail: revistaperspectiva@uricer.edu.br **Site:** <http://ojs.uricer.edu.br/ojs/>

