

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS**

**ALINE RESENDE NOGUEIRA REIS**

**BEBIDAS VEGETAIS  
À BASE DE JABUTICABA (*MYRCIARIA CAULIFLORA*) E  
AVEIA (*AVENA SATIVA*):  
UMA ESTRATÉGIA PARA ALIAR TECNOLOGIA E  
FORNECIMENTO DE BIOATIVOS  
NO CONTEXTO DA LONGEVIDADE**

**Alfenas/MG**

**2022**

**ALINE RESENDE NOGUEIRA REIS**

**BEBIDAS VEGETAIS  
À BASE DE JABUTICABA (*MYRCIARIA CAULIFLORA*) E  
AVEIA (*AVENA SATIVA*):  
UMA ESTRATÉGIA PARA ALIAR TECNOLOGIA E  
FORNECIMENTO DE BIOATIVOS  
NO CONTEXTO DA LONGEVIDADE**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Nutrição e Longevidade pela Universidade Federal de Alfnas. Área de concentração: Nutrição e Longevidade.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Flavia Della Lucia  
Coorientador: Prof. Dr. Eric Batista Ferreira

**Alfnas/MG**

**2022**

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas  
Biblioteca Central

Reis , Aline Resende Nogueira.

Bebidas vegetais à base de jabuticaba (*Myrciaria Cauliflora*) e aveia (*Avena Sativa*) : Uma estratégia para aliar tecnologia e fornecimento de bioativos no contexto da longevidade / Aline Resende Nogueira Reis . - Alfenas, MG, 2023.

101 f. : il. -

Orientador(a): Flavia Della Lucia.

Dissertação (Mestrado em Nutrição e Longevidade) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2023.

Bibliografia.

1. Jabuticaba. 2. Aveia. 3. Bioativos. 4. Probióticos. 5. Longevidade. I. Lucia, Flavia Della, orient. II. Título.

Ficha gerada automaticamente com dados fornecidos pelo autor.

**ALINE BESSENDE NOGUEIRA REIS**

**BEBIDAS VEGETAIS À BASE DE JABUTICABA (*MYRCIARIA CAULIFLORA*) E AVENA (*AVENA SATIVA*): UMA ESTRATÉGIA PARA ALIAR TECNOLOGIA E FORNECIMENTO DE BIOATIVOS NO CONTEXTO DA LONGEVIDADE**

A Banca examinadora abaixo-assinada aprova a Dissertação apresentada como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Nutrição e Longevidade pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração: Nutrição e Longevidade.

Aprovada em: 28 de novembro de 2022

**Profa. Dra. Flávia Della Lucia**  
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

**Profa. Dra. Alice Helena de Souza Paulino**  
Instituição: Universidade Federal de Alfenas

**Profa. Dra. Gislene Regina Fernandes**  
Instituição: Universidade Federal de Alfenas



Documento assinado eletronicamente por Flávia Della Lucia, Presidente, em 28/11/2022, às 11:55, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por Gislene Regina Fernandes, Professor do Magistério Superior, em 28/11/2022, às 12:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



Documento assinado eletronicamente por Alice Helena de Souza Paulino, Professor do Magistério Superior, em 28/11/2022, às 13:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_confere&id\\_orgao=acesso\\_externo=0](https://sei.unifal-mg.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_confere&id_orgao=acesso_externo=0), informando o código verificador 0668970 e o código CRC 89A165F2.

Dedico este trabalho aos meus filhos, João Pedro e Luana, razão do meu aperfeiçoamento pessoal e profissional e ao meu pai, Arquimedes, que embora fisicamente ausente, sempre foi meu grande incentivador nos estudos.

## AGRADECIMENTOS

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

Agradeço a Deus pela saúde e oportunidade de acesso à educação pública de qualidade.

Ao meu esposo e companheiro, Luiz Gustavo, pela paciência, amor e auxílio em todos os momentos.

À minha mãe, Nirley, pelo incentivo e orações.

Às minhas irmãs, Lívia e Milla, pelo carinho, apoio e hospedagem. Obrigada por me oferecerem um lar.

À minha querida rede de apoio, composta pelos meus sogros Cristina e Luiz Roberto, cunhadas e cunhados (Mônica, Rogério, Mariana, Paulo Henrique) que ajudaram a cuidar dos meus filhos na minha ausência e ao cunhado Alessandro pela acolhida em todas as minhas estadias em Alfenas.

Às minhas sobrinhas, Andiara e Alessa, pela companhia e por tornar os dias pesados mais leves e felizes.

À minha orientadora professora Flávia e ao coorientador professor Eric pela maestria na condução do trabalho.

Agradeço à professora Rafaela Bergmann Strada de Oliveira da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS) pelo apoio, em especial à técnica Luciana Rosa Alves Rufino, pelo amparo em importante etapa do trabalho.

A toda equipe do laboratório de Microbiologia dos Alimentos da UNIFAL-MG, em especial à professora Sandra Maria Oliveira Morais Veiga. Aos queridos Patrícia Lunardelli de Carvalho, professor Luís Carlos Nascimento e Guilherme Akira Ishimori Omiya pela ajuda na condução das análises microbiológicas.

À professora Alice Helena de Souza Paulino pela importante contribuição.

Por fim, um agradecimento especial à grande colaboradora e coordenadora do curso de Pós Graduação em Nutrição e Longevidade, professora Olga Luisa Tavano, pelos saberes compartilhados, pelas inúmeras horas no laboratório, por toda dedicação na construção deste trabalho.

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo a elaboração de uma bebida vegetal funcional à base do suco de jabuticaba e extrato de aveia, em diferentes concentrações, utilizando culturas probióticas mistas como forma de incluir em um só produto, bioativos e probióticos relevantes no contexto da longevidade, além de minimizar os resíduos do processamento da jabuticaba, por meio da fabricação de farinha para uso alimentício. Realizou-se a caracterização química, físico-química e quantificação de bioativos dos frutos inteiros e farinha do resíduo do suco. As formulações de bebida vegetal (F1 a F7) tiveram seu perfil físico-químico analisado, bem como seu perfil em fenólicos totais, antocianinas totais e potencial antioxidante pelo método ABTS e DPPH. Foram realizadas análises microbiológicas de qualidade higiênico-sanitária e contagem de bactérias lácticas. A jabuticaba inteira e a farinha apresentaram pH ácido, respectivamente, 3,5 e 3,48. O teor de umidade da fruta foi de 92,54% e da farinha 5,67%, esta última dentro dos parâmetros ideais de umidade. A fruta e a farinha demonstraram um teor de fenólicos totais (124,12 e 73,81 mg eq. GAE/g) e potencial antioxidante pelo método DPPH satisfatórios e superiores a dados da literatura. Dentre as formulações de bebidas, a F3(100% suco de jabuticaba e sem cultura láctica) demonstrou maior teor de fenólicos totais (25,58 mg eq. GAE/ mL) e potencial antioxidante pelo método ABTS (47,68  $\mu$ mol eq. Trolox/mL), diferindo-se das demais pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Todas as formulações apresentaram condições higiênico-sanitárias satisfatórias, mas somente na F2 (50% extrato de aveia, 50% água, com acréscimo de cultura láctica Bio Rich®) houve maior crescimento de colônias sugestivas de bactérias lácticas ( $> 6,2 \times 10^5$  UFC/mL). A incorporação de cultura láctica não promoveu aumento de bioativos e potencial antioxidante nas formulações e apenas o extrato de aveia apresentou propriedades prebióticas. A formulação contendo suco puro de jabuticaba (F3) e a farinha do resíduo do suco desenvolvidos neste estudo apresentaram consideráveis teores de compostos fenólicos e importante potencial antioxidante *in vitro*, confirmando uma bioatividade essencial às questões relacionadas à promoção da saúde e longevidade.

Palavras-chave: jabuticaba; aveia; bioativos; probióticos; longevidade.

## ABSTRACT

This study aimed to develop a functional vegetal beverage based on jabuticaba juice and oat extract, in different concentrations, using mixed probiotics cultures as way to include in a single product, relevant bioactives and probiotics in the longevity context, in addition to minimize waste from jabuticaba processing, through the manufacture of food flour. The vegetal beverage formulations (F1 to F7) had their physicochemical profile analyzed, as well as their profile in total phenolics, total anthocyanins and antioxidant potential by the ABTS and DPPH methods. Microbiological analyzes of hygienic-sanitary quality and lactic bacteria count were performed. Both the whole jabuticaba and the flour from showed acid pH, respectively, 3.5 and 3.48. The fruit had a moisture content of 92.54% and the flour 5.67%, the latter within the ideal moisture parameters. Both of them showed a satisfactory content of total phenolics (124.12 and 73.81 mg eq. GAE/g) and antioxidant potential by the DPPH method, superior to literature data. Among the beverage formulations, F3 (100% jabuticaba juice and no lactic culture) showed the highest total phenolic content (25.58 mg eq. GAE/ mL) and antioxidant potential by the ABTS method (47.68  $\mu$ mol eq. Trolox /mL), differing from the others by the Tukey test ( $p < 0.05$ ). All formulations showed satisfactory hygienic-sanitary conditions, but only in F2 (50% oat extract, 50% water, with the addition of Bio Rich® lactic culture) there was greater growth of colonies suggestive of lactic acid bacteria ( $> 6.2 \times 10^5$  CFU/mL). The lactic cultures didn't promote an increase of bioactives and antioxidant potential in the formulations and only the oat extract showed prebiotic properties. The formulation (F3) and the juice residue flour developed in this study showed considerable levels of phenolic compounds and important in vitro antioxidant potential, confirming an essential bioactivity to issues related to health promotion and longevity.

Keywords: jabuticaba; oat; bioactives; probiotics; longevity.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Estrutura básica de um flavonoide e de uma antocianina.....	20
Figura 2 -	Estrutura molecular da Cianidina-3-o-glicosídeo e Delfinidina 3- oglicosídeo .....	21
Figura 3 -	Estrutura básica de uma avenantramida.....	29
Figura 4 -	Fluxograma do pré-teste para a escolha da cultura de fermentação .	32
Figura 5 -	Espaço de cor L*C*h° .....	36
Figura 6 -	Teor médio de pH e antocianinas totais conforme a concentração de suco de jabuticaba nas formulações de bebidas fermentadas com jabuticaba e aveia .....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Formulações-teste das bebidas vegetais com jabuticaba e aveia.....	34
Tabela 2 -	Resultado das análises de pH, colorimetria, umidade e cinzas da jabuticaba variedade Paulista, fruta inteira (J) e farinha do resíduo do suco (FRS).....	46
Tabela 3 -	Fenólicos totais, Flavonoides totais e Antocianinas totais da Fruta Inteira (J) e Farinha do resíduo do suco de jabuticaba (FRS).....	51
Tabela 4 -	Potencial antioxidante da jabuticaba inteira (J) e farinha do resíduo do suco de jabuticaba (FRS) pelos métodos ABTS e DPPH .....	54
Tabela 5 -	Parâmetros físico-químicos das formulações de bebidas elaboradas com jabuticaba e aveia .....	59
Tabela 6 -	Teor de bioativos das formulações de bebidas com jabuticaba e aveia .....	67
Tabela 7 -	Potencial antioxidante das formulações de bebidas com jabuticaba e aveia .....	72

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Indica a variação de cor do verde (- a*) até o vermelho (+ a*);
ABTS+	Ácido 2,2'-Azino-bis(3-etilbenzoatina-6-sulfônico)
ác.	ácido
AlCl <sub>3</sub>	Cloreto de alumínio, ou tricloreto de alumínio
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
Aλ	Absorbância
b*	Indica a variação de cor do azul (- b*) até o amarelo (+ b*).
BOD	Demanda Bioquímica de Oxigênio
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
CR-10	Color reader
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DPPH	radical (2,2-Difenil-1-picryl-hidrazil),
eq.	Equivalentes
FRS	Farinha do resíduo do suco de jabuticaba
g	Gramma
GAE	Ácido gálico
°h	ângulo <i>Hue</i>
J	Fruta (jabuticaba) inteira
L	Litro
L*	Indica valores de luminosidade
M.	Myrciaria
m/v	Massa-volume
MAC	Pigmento monomérico de antocianina
mg/L	Miligrama/Litro
mL	Mililitro
NaNO <sub>2</sub>	Nitrito de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
nm	Nanômetro
PAOXI	Índice Fenólicos Antioxidantes
FLAOXI	Índice Flavonoides Antioxidantes
pH	Potencial hidrogeniônico

RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UFC	Unidade formadora de colônias
µg	Micrograma
µl	Microlitro

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	OBJETIVOS .....	15
<b>1.1.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>15</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>16</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>17</b>
2.1	PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA JABUTICABA .....	17
2.2	COMPOSTOS BIOATIVOS RELEVANTES DA JABUTICABA.....	19
2.3	PROPRIEDADES PREBIÓTICAS DA JABUTICABA .....	22
2.4	PROBIÓTICOS, SAÚDE E LONGEVIDADE .....	23
2.5	BACTÉRIAS PROBIÓTICAS EM BEBIDAS VEGETAIS.....	25
2.6	APLICABILIDADE TECNOLÓGICA DA JABUTICABA .....	27
2.7	PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA AVEIA .....	28
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>30</b>
3.1	COLETA E ARMAZENAMENTO DA MATÉRIA PRIMA.....	30
3.2	PREPARO DO SUCO DE JABUTICABA.....	30
<b>3.2.1</b>	<b>Pré-Testes de Fermentação em Suco de Jabuticaba .....</b>	<b>31</b>
3.3	PREPARO DA FARINHA DO RESÍDUO DO SUCO DA JABUTICABA .....	32
3.4	PREPARO DO EXTRATO DE AVEIA .....	33
3.5	PREPARO DAS BEBIDAS VEGETAIS.....	33
3.6	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	35
<b>3.6.1</b>	<b>Análises Físico-Químicas: Colorimetria, pH, sólidos solúveis (°Brix) e acidez total titulável .....</b>	<b>35</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Análises Químicas.....</b>	<b>37</b>
3.7	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	42
<b>3.7.1</b>	<b>Pesquisa <i>Salmonella sp.</i>.....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.2</b>	<b>Pesquisa de <i>Escherichia Coli</i>.....</b>	<b>43</b>
<b>3.7.3</b>	<b>Pesquisa de Enterobactérias.....</b>	<b>44</b>
<b>3.7.4</b>	<b>Pesquisa de Bolores e Leveduras .....</b>	<b>44</b>
<b>3.7.5</b>	<b>Pesquisa de <i>Bacillus Cereus</i>.....</b>	<b>44</b>
<b>3.7.6</b>	<b>Contagem Total de Bactérias Láticas .....</b>	<b>45</b>
<b>3.7.7</b>	<b>Controle de Qualidade da Água Utilizada nas Preparações .....</b>	<b>45</b>

3.8	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	45
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
4.1	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS DA FRUTA INTEIRA (J) E FARINHA DO RESÍDUO DO SUCO DE JABUTICABA .....	46
4.2	TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES TOTAIS, ANTOCIANINAS TOTAIS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DA FRUTA INTEIRA (J) E FARINHA DO RESÍDUO DO SUCO DE JABUTICABA (FRS) .....	50
4.3	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FORMULAÇÕES DE BEBIDAS VEGETAIS COM JABUTICABA E AVEIA .....	58
4.4	TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES TOTAIS, ANTOCIANINAS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DAS FORMULAÇÕES DE BEBIDAS COM JABUTICABA E AVEIA .....	67
4.5	RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS: QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA E CONTAGEM DE BACTÉRIAS LÁTICAS DA FRUTA INTEIRA (J) E DAS BEBIDAS VEGETAIS COM JABUTICABA E AVEIA .....	75
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>82</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) pertence à família *Myrtaceae* e é um fruto tropical de grande valor nutricional, possuindo alto teor de carboidratos, fibras, vitaminas, sais minerais como ferro, cálcio e fósforo e principalmente, compostos fenólicos, os quais apresentam elevado potencial benéfico à saúde. As cascas de jabuticaba são uma fonte de antocianinas, responsáveis pela cor escura da fruta. Estes pigmentos são poderosos compostos antioxidantes e apresentam atividade antimicrobiana (SILVA *et al.*, 2014).

Entretanto, as cascas de jabuticaba são geralmente negligenciadas, o que além de gerar resíduos poluentes, promove o desperdício de nutrientes e compostos potencialmente bioativos presentes nessa porção (ZAGO *et al.*, 2015). Embora parte desse resíduo seja usualmente utilizada *in natura* como alimentação animal, a maior parte é descartada ou usada em compostagem. Um melhor aproveitamento desses subprodutos evitaria problemas ambientais gerados pelo seu descarte no solo. A utilização do resíduo da jabuticaba objetiva fornecer subsídios para fins de desenvolvimento de subprodutos com agregação de valor saudável e sustentável, que permitam maior acessibilidade aos benefícios desta fruta (AVILA; ROSA; MORAIS, 2020).

A casca da jabuticaba e as sementes são consideradas subprodutos industriais e podem ser uma boa fonte de compostos bioativos de alto valor, como proteínas, polissacarídeos, fibras alimentares, compostos aromatizantes e fitoquímicos (COMAN *et al.*, 2019). Tais substâncias biologicamente ativas presentes nos alimentos e que conferem a eles as propriedades funcionais podem ser classificadas nos grupos: probióticos e prebióticos; alimentos sulfurados e nitrogenados; pigmentos e vitaminas; compostos fenólicos; ácidos graxos poli-insaturados e fibras (MORAES; COLLA, 2006).

A alimentação à base de vegetais é uma estratégia para prevenção de doenças crônico-degenerativas, contribui para escolhas alimentares sustentáveis e a utilização de prebióticos e probióticos em alimentos não lácteos se enquadra também como conduta terapêutica em patologias associadas ao envelhecimento (ALEIXO, 2020; LONGO, 2020; ZAKOWSKA-BIEMANS *et al.*, 2019).

A utilização de bactérias lácticas na fermentação de produtos vegetais tem sido uma estratégia para aumentar o perfil funcional destes alimentos, promovendo maior potencial antioxidante e conferindo ao produto final, características sensoriais favoráveis (ZHU *et al.*, 2020). Neste contexto, a aveia (*Avena sativa*) se destaca por ser uma matriz alimentar com conteúdo considerável de fibras solúveis, particularmente  $\beta$ -glucanas (GU *et al.*, 2022), que fazem da mesma um alimento com potencial perfil prebiótico, possibilitando sua utilização para elaboração de alimentos fermentados, sobretudo bebidas vegetais (CHECKDID *et al.*, 2021; DURU *et al.*, 2019; ZHENG; ZHOU; MCCLEMENTS, 2021).

Assim, a proposta deste estudo visou unir os efeitos benéficos da jabuticaba variedade Paulista e da aveia aos efeitos de cepas probióticas, através da elaboração de uma bebida vegetal e fornecimento de um produto que contribua para promoção e manutenção da saúde. Neste contexto, o presente trabalho teve sua justificativa pautada na proposta de uso integral de uma fruta nativa brasileira pelos seus comprovados efeitos benéficos à saúde, bem como redução dos resíduos ambientais de seu processamento, além de incorporar probióticos em bebidas vegetais, aliando tecnologia dos alimentos à promoção da saúde e longevidade.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Este estudo teve como objetivo a elaboração de uma bebida vegetal funcional à base do suco de jabuticaba e extrato de aveia, em diferentes concentrações, utilizando culturas probióticas mistas como forma de incluir em um só produto, bioativos e probióticos relevantes no contexto da longevidade, além de minimizar os resíduos do processamento da jabuticaba, por meio da fabricação de farinha para uso alimentício.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar a jabuticaba e a farinha do resíduo do suco quanto aos aspectos físico-químicos;
- b) Determinar o teor de fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas totais e potencial antioxidante da jabuticaba e da farinha produzida;
- c) Determinar o teor de fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas totais e potencial antioxidante das diferentes formulações das bebidas;
- d) Realizar o controle de qualidade da matéria prima utilizada (jabuticaba) e das diferentes formulações das bebidas, por meio de análises microbiológicas;
- e) Analisar a viabilidade dos probióticos empregados nas bebidas por meio da contagem total de bactérias lácticas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA JABUTICABA

As jabuticabeiras são árvores nativas do Brasil, pertencentes ao bioma Mata Atlântica, sendo que três espécies possuem dispersão natural ou podem ser cultivadas, que são: *Myrciaria trunciflora* O.Berg (jabuticaba cabinho), *Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg (jabuticaba paulista, ponhema ou assu) e *Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg (jabuticaba Sabará). A maior concentração está na região Sudeste do país (WU; CHUNLIN; KENNELLY, 2013).

Este fruto, bastante conhecido pelos brasileiros, possui a casca arroxeadada, polpa branca de uma a quatro sementes e uma considerável presença de compostos biologicamente ativos na casca e sementes, dos quais mais de onze tipos de fenólicos já foram detectados, sendo as antocianinas um dos tipos solúveis mais abundantes. Sendo assim, a casca geralmente desprezada da jabuticaba surge como matéria prima para enriquecer novos modelos alimentares, além disso, sua polpa possui considerável teor de açúcares e baixos teores em fibras, o que favorece a produção de sucos (INADA *et al.*, 2015; LEITE *et al.*, 2020).

A jabuticaba, portanto, se enquadra na categoria de alimento com potencial funcional pela presença de compostos biologicamente e fisiologicamente ativos capazes de interagir com um ou mais componentes do tecido vivo. O principal efeito destes compostos está relacionado à proteção contra espécies reativas de oxigênio que são altamente nocivas às células e, quando oriundos de plantas, recebem a denominação de fitoquímicos (BANWO *et al.*, 2021).

Dentre estes fitoquímicos, os componentes fenólicos destacam-se por suas ações comprovadas *in vitro* e *in vivo* de benefícios por suas propriedades na redução do risco de doenças, como efeitos antiproliferativos, citotóxicos, antimicrobianos e até mesmo anti-hipertensivos, além de efeitos preventivos de doenças pulmonares obstrutivas, câncer e diabetes (FERNANDES; SILVA, 2018; FIDÉLIS *et al.*, 2021; WU; CHUNLINE; KENNELLY, 2013).

Segundo a Legislação Brasileira, os alimentos para serem considerados funcionais precisam apresentar benefícios além da nutrição básica, necessitando de

representações que confirmem a existência de uma relação entre o consumo, segurança e propriedades de saúde, por meio de evidências cientificamente comprovadas, a fim de não induzir o consumidor ao engano (BRASIL, 1999a; SILVEIRA; VIANNA; MOSEGUI, 2009). Tal resolução afirma mais precisamente que:

“O alimento ou ingrediente que alegar propriedades funcionais ou de saúde pode, além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzir efeitos metabólicos e ou fisiológicos e ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999a).”

Assim, os alimentos que veiculem essas alegações devem ser enquadrados e registrados na categoria de alimentos com alegações de propriedades funcionais ou de saúde, conforme Resolução 19, de 30 de abril de 1999 (BRASIL, 1999b), ou quando se tratar de suplemento alimentar, na categoria de substâncias bioativas e probióticos isolados, conforme Resolução 243, de 26 de julho de 2018.

Devido a perecibilidade da jabuticaba, algumas alternativas industriais têm sido difundidas para aproveitamento de suas propriedades funcionais, como a elaboração de farinhas utilizando os resíduos da despolpa, sementes e cascas. Desta forma, a secagem da fruta ou partes da mesma na forma de farinha se mostra viável para elaboração de novos produtos e minimiza o descarte de produtos, preservando em sua composição fenólicos com atividade antioxidantes e fibras (ALMEIDA *et al.*, 2020a)

Importantes resultados como redução no ganho de peso, redução na adiposidade e melhora na resposta insulínica em ratos machos obesos demonstraram a longo prazo efeitos hepáticos benéficos como atenuação de inflamação e do acúmulo de gordura com a utilização de cascas da jabuticaba para chás e farinha. O consumo de cascas de jabuticaba também influenciou de forma positiva, a redução do ganho de peso e aumento de excreção de ácidos graxos de cadeia curta, redução de esteatose hepática e da inflamação do tecido adiposo em camundongos submetidos à dieta hiperlipídica (BATISTA *et al.*, 2018; LENQUISTE *et al.*, 2015).

A bioatividade de compostos do extrato da casca da jabuticaba em ensaio com fibroblastos humanos proporcionou a prevenção da disfunção mitocondrial, devido à redução do dano oxidativo. O extrato hidroetanólico de jabuticaba atuou na prevenção de peroxidação lipídica de tecidos cerebrais suínos e hemólise de células

sanguíneas de ovelhas, além de ação anti-inflamatória e antiproliferativa de células tumorais e hepáticas e foi capaz de limitar a formação de hidroperóxidos lipídicos deletérios decorrentes da oxidação induzida pela dieta no trato gastrointestinal (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019; CALLONI *et al.*, 2015; TARONE *et al.*, 2021).

Os extratos de semente de jabuticaba com altas concentrações de flavonoides tiveram um efeito quimiopreventivo contra carcinogênese em ratos, proteção da oxidação do DNA e LDL colesterol, protegendo contra o câncer de cólon, reduzindo inflamação e aumentando as vias pró-apoptóticas. O potencial antioxidante da jabuticaba e seu efeito hipotensor através da melhora da disponibilidade de óxido nítrico, contribuíram para relaxamento vascular e consequente prevenção de doenças oxidativas e cardiovasculares, associado a isso, os polifenóis desta fruta colaboraram para prevenção da obesidade e suas complicações (DE SOUZA *et al.*, 2017; DO CARMO *et al.*, 2021; DONADO-PESTANA *et al.*, 2018).

## 2.2 COMPOSTOS BIOATIVOS RELEVANTES DA JABUTICABA

Os compostos fenólicos são os bioativos predominantes na jabuticaba e abrangem um grande grupo de compostos químicos, que podem ser classificados baseando-se no número de carbonos presentes na molécula. Dessa forma, compreendem desde moléculas simples (C6) a compostos altamente polimerizados (C6-C3-C6)<sub>n</sub> e de grande diversidade estrutural, se destacando os ácidos fenólicos, flavonoides e taninos (BALASUNDRAM; SUNDRAM; SAMMAM, 2006).

Dentre os flavonoides, estão presentes na jabuticaba, por exemplo, a quercetina, isoquercitrina e miricitrina, contudo, as antocianinas são as predominantes, destacando as do tipo Cianidina-3-o-glucosídeo e Delfinidina-3-o-glucosídeo. Dentre a classe dos taninos, a jabuticaba é fonte de ácido gálico e elágico, predominantemente. Os fenólicos totais da jabuticaba inteira fresca totalizam cerca de 440 mg de GAE/100 g (equivalentes de ácido gálico), esse valor é superior aos valores relatados para açaí, uvaia, caju. No entanto, vale ressaltar que tais compostos, predominantes em vegetais, podem ser encontrados nos alimentos sob a forma livre ou conjugada a carboidratos simples e polissacarídeos na matriz

alimentar, podendo seu teor ser subestimado dependendo do processo de extração utilizado (DI MAIO *et al.*, 2019; ACOSTA-ESTRADA; GUTIERÉZ; SERNASALDÍVAR, 2014; RUFINO *et al.*, 2010). Estudos mais recentes acrescentam, além do ácido gálico e elágico, outros elagitaninos, como vescalgina e castalgina (NEVES *et al.*, 2021).

A classe dos flavonoides apresenta diversas formas estruturais, sendo a maioria composta por 15 átomos de carbono em seu esqueleto básico, constituído por dois anéis aromáticos ligados por uma cadeia de três carbonos, destacando-se as antocianinas por seu efeito antioxidante e antimicrobiano (OLIVEIRA; DA SILVA; SCARPARE FILHO, 2020). A estrutura básica dos bioativos mencionados está representada pela Figura 1.

Figura 1 - Estrutura básica de um flavonoide e de uma antocianina



Fonte: ZICKER (2011).

Em relação ao seu fator geroprotetor, os compostos fenólicos têm sido apontados como protetores de encurtamento de telômeros pela ativação da enzima telomerase, inativação de espécies reativas de oxigênio, proteção do DNA pelo aumento do nível de metilação e proteção da cromatina pela ativação de enzimas como as sirtuínas. Em especial, as antocianinas foram capazes de exercer um efeito antiaderente e desagregador de peptídeos amiloides *in vitro*, sendo que estes estão envolvidos em aspectos neurodegenerativos em doenças como a Doença de Alzheimer, apontando, assim, mais um efeito protetor envolvido na longevidade (PROSHKINA *et al.*, 2020; ZAA; PRIETO; MARCELO, 2020).

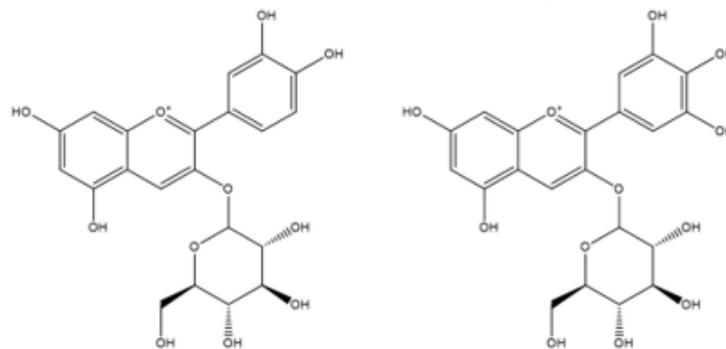
A antocianina do tipo Cianidina-3-o-glicosídeo foi a mais abundante na casca e no resíduo da despolpa de jabuticabas conforme estudo de Inada *et al.* (2015). Estes compostos atuam em mecanismos de regulação da glicemia, conforme elucidado na

revisão sistemática de Róžańska e Regulska-Ilow (2018), tendo como ação a inibição de enzimas que fazem a hidrólise de carboidratos e melhora a secreção de insulina, tendo especial significado na diabetes tipo 2 (HUANG *et al.*, 2019).

O importante papel na promoção da saúde e prevenção de doenças realizado pelas antocianinas se dá, também, por um efeito citotóxico destas para células cancerígenas e a atuação na redução da angiogênese e migração celular, contribuindo para não invasão de células cancerígenas no sangue (CALDAS *et al.*, 2020; TRINDADE *et al.*, 2021).

Estes compostos possuem uma estabilidade gástrica e são altamente absorvíveis no estômago. No entanto, há necessidade de mais estudos de investigação da bioacessibilidade e biodisponibilidade das antocianinas quando consumidas dentro da matriz alimentar (VIEGAS *et al.*, 2019). Em relação à sua toxicidade *in vivo*, Ribeiro *et al.* (2004) relataram que sua ocorrência é rara, podendo ocorrer apenas em doses superiores às farmacológicas (acima de 170 mg ao dia). A Figura 2 apresenta a estrutura molecular das principais antocianinas da jabuticaba.

Figura 2 - Estrutura molecular da Cianidina-3-o-glicosídeo e Delfinidina 3-o-glicosídeo



Cianidina-3-o-glicosídeo

Delfinidina-3-o-glicosídeo

Fonte: Viegas *et al.* (2019)

Em suma, as antocianinas somam efeitos protetores contra o estresse oxidativo, efeitos antiaterogênicos, anti-inflamatórios e hipolipidêmicos. Investigações científicas já apontaram a suplementação com pó de semente de

jabuticaba como eficaz em atenuar o ganho de peso, acúmulo de gordura e redução de resposta inflamatória (INADA *et al.*, 2019; CALDAS *et al.*, 2020; TRINDADE *et al.*, 2021).

### 2.3 PROPRIEDADES PREBIÓTICAS DA JABUTICABA

O alimento para ser considerado prebiótico não pode sofrer hidrólise e nem ser absorvido na parte superior do trato gastrointestinal, sendo um substrato seletivo para bactérias potencialmente benéficas no cólon, estimulando o crescimento das mesmas e o desenvolvimento de metabólitos importantes para induzir efeitos benéficos ao hospedeiro (LACERDA-MASSA *et al.*, 2020).

Estes alimentos são comumente adicionados a leites fermentados no intuito de estimular e selecionar o crescimento e manutenção das culturas probióticas (FERREIRA, 2018). A utilização da farinha da casca de jabuticaba como prebiótico foi proposta por Mendonça *et al.* (2017), ao adicionarem a mesma ao leite fermentado, onde obtiveram a potencialização do crescimento de bactérias lácteas no produto ao longo do estudo.

O provável efeito prebiótico da jabuticaba pode ser atribuído ao conteúdo de fibras e compostos fenólicos da fruta, conforme pôde ser observado em diferentes farinhas obtidas do pó do bagaço e das cascas da mesma no estudo de Gurak *et al.* (2014), onde evidenciaram abundância de compostos fenólicos, especialmente antocianinas, quantidade significativa de fibras totais, solúveis e insolúveis.

Na revisão feita por Gibson *et al.* (2016), o conceito de prebiótico e fibra alimentar foi sistematicamente analisado e, concluíram, que, particularmente os frutooligossacarídeos e glicooligossacarídeos seriam os prebióticos que promoveriam, em maior abundância, o crescimento de bifidobactérias na microbiota, especialmente *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.

Inada *et al.* (2019) estudaram o metabolismo *in vivo* de elagitaninos da jabuticaba, sendo estes importantes representantes dos fenólicos nesta fruta e os resultados apontaram intensa metabolização de elagitaninos pela microbiota intestinal por meio da produção de urolitinas (metabólito originado dos elagitaninos após ação de bactérias intestinais) reforçando o potencial prebiótico da farinha de

jabuticaba.

As transformações dos fenólicos ao longo da fermentação intestinal podem ser vistas pela geração de urolitinas, pela própria redução nos teores de fenólicos e também pelo aparecimento de fenólicos anteriormente não vistos. Estas alterações surgem por reações de desglicosilação, onde uma cianidina-3-o-glicosídeo se torna uma cianidina, por exemplo. Tais alterações se devem à utilização do carbono destes compostos como fonte de energia pelas bactérias colônicas e podem ser observados em estudos de bioacessibilidade *in vitro* de fenólicos (SILVA, 2016).

Outro estudo envolvendo polifenóis de extrato de semente de jabuticaba foi realizado por Fidélis *et al.* (2021) com ratos Wistar portadores de câncer colorretal e obtiveram um efeito positivo na modulação da microbiota intestinal. Lacerda-Massa *et al.* (2020) comprovaram o efeito prebiótico de compostos fenólicos de extrato de jabuticaba liofilizada em meio de cultura favorecendo o crescimento de bactérias probióticas do gênero *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*.

A fermentação intestinal da farinha de casca e semente de jabuticaba estudada por Inada *et al.* (2020b) indicou extensa metabolização dos compostos fenólicos por bactérias intestinais. No entanto, a baixa bioacessibilidade destes compostos não indicou necessariamente sua baixa bioatividade, uma vez que seus metabólitos estavam mais biodisponíveis e exibiram maior atividade biológica do que seus precursores. Esses resultados são relevantes e demonstram uma atividade prebiótica promissora dos bioativos da jabuticaba.

## 2.4 PROBIÓTICOS, SAÚDE E LONGEVIDADE

Os probióticos são caracterizados como microrganismos vivos, que, quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios ao hospedeiro, estando inseridos no mercado de alimentos funcionais, tendo um crescente nicho de comércio mundial. No entanto, o produto (farmacêutico ou alimentício), deve ser eficaz em carrear um mínimo de UFC – Unidade Formadora de Colônias por grama ou mL do produto, que compreendem de  $10^6$  UFC/mL para *Lactobacillus* e  $10^7$  UFC/mL ou g para *Bifidobacterium*. Já a legislação específica para leites fermentados exige um mínimo de  $10^7$  UFC/g ou mL (BRASIL, 2007; FERREIRA,

2016).

A relação entre probióticos e fatores associados ao envelhecimento aponta que condições sistêmicas podem ser melhoradas tanto de forma preventiva como terapêutica com a utilização de probióticos na alimentação. Uma destas questões envolvem a produção de substâncias benéficas pela microbiota intestinal, como as poliaminas, em especial as espermidinas, que protegem o DNA de dano oxidativo (LONGO, 2020; RAMOS-MOLINA *et al.*, 2019).

Os ácidos graxos de cadeia curta, em especial, propionato, butirato e acetato e polifenóis produzidos pela microbiota estão relacionados a efeitos benéficos e preventivos da senilidade, como redução do declínio da memória, neuroinflamação e surgimento de doenças cardiovasculares (EINSENBERG *et al.*, 2016; HOLSCHER, 2017; MATSUMOTO *et al.*, 2012).

A elaboração e o fornecimento ao consumidor de um produto alimentício que possa contribuir para o equilíbrio da microbiota intestinal é um dos pilares fundamentais deste trabalho, uma vez que os bioativos da jabuticaba exercem efeitos de modulação positiva da mesma. Os compostos fenólicos adquiridos pela dieta contribuem para manutenção da saúde intestinal pela preservação de seu equilíbrio microbiano, assim, do ponto de vista tecnológico, o enriquecimento de alimentos com estes compostos parece ser benéfico à saúde. Estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado uma boa relação entre a presença de compostos fenólicos e redução de patógenos (COMAN *et al.*, 2019; DUEÑAS *et al.*, 2015).

O potencial efeito prebiótico de alimentos ricos em fenólicos têm sido associados à capacidade da microbiota intestinal transformar tais compostos em seus metabólitos, estes, por sua vez irão modular a microbiota intestinal levando a efeitos benéficos para a saúde. Os gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são os mais positivamente afetados pelos prebióticos e compreendem as mais de 81 estirpes de probióticos que possuem fortes evidências de modulação positiva na saúde do hospedeiro (ALBUQUERQUE *et al.*, 2019; CHENG *et al.*, 2019; SANDERS *et al.*, 2019;).

## 2.5 BACTÉRIAS PROBIÓTICAS EM BEBIDAS VEGETAIS

Dentre as bactérias probióticas, as bactérias ácido lácticas compreendem o maior grupo de microrganismos utilizados na indústria de alimentos e bebidas, por sua capacidade de fermentar diferentes substratos, incluindo leite, cereais, carnes, café, cacau, vinho, vegetais e frutas. Desta forma, o processo fermentativo, utilizado desde as civilizações antigas, resulta em melhora das características sensoriais dos alimentos e configura uma forma de conservação dos mesmos (JEONG *et al.*, 2018; RICE *et al.*, 2020; TCHEKESSI *et al.*, 2014). Além disso, a incorporação de tais bactérias é uma forma de melhorar a qualidade nutricional do alimento e aumentar benefícios de saúde por prover a liberação de compostos bioativos (LIMÓN *et al.*, 2015).

Dentre os probióticos, os *Streptococcus thermophilus* constituem a única espécie do gênero empregada na indústria de alimentos, as demais estão agrupadas e classificadas como patogênicas. São cocos Gram positivos, anaeróbios facultativos, crescendo a temperaturas próximas de 50°C (termotolerantes), produzem ácido láctico como resultado da fermentação da glicose e, portanto, homofermentativos. São empregados na composição dos fermentos para leites fermentados, queijos, iogurtes, porém, não toleram pH muito baixo, sendo 6,5 sua faixa ótima de crescimento (FERREIRA, 2018; RAULT, 2009).

Os *Lactobacillus acidophilus* são também probióticos e se apresentam na forma de bastonetes Gram positivos com temperatura de crescimento numa faixa de 37 a 45°C, são pouco tolerantes ao oxigênio, sendo favorecidos pela anaerobiose. Sobrevivem em meios levemente ácidos, cessando seu crescimento em pH abaixo de 4,0, são homofermentativos obrigatórios (produzem ácido láctico), fermentam glicose e podem fermentar amido (ALTERMANN *et al.*, 2005; FERREIRA, 2018).

Ainda dentro do gênero *Lactobacillus*, os *Lactobacillus rhamnosus* GG, são bastonetes heterofermentativos facultativos (produzem ácido láctico e acético) e foram isolados a primeira vez em 1983 e patenteados em 1989. Possuem estabilidade ácida, podendo sobreviver em pH 3,0, desta forma sobrevivem ao suco gástrico e sais biliares. Possuem alta capacidade de aderir aos enterócitos e inibir patógenos, são, ainda, favorecidos por meios anaeróbios ou microaeróbios

(CAPURSO, 2019). Esta estirpe tem sido utilizada como probiótico em sucos vegetais e têm apresentado boa viabilidade em sucos contendo pH ácidos, obtendo contagens dentro do valor mínimo de  $10^8$  UFC/porção (PRATES *et al.*, 2018).

Embora tenham um elevado potencial probiótico, as culturas contendo bactérias do gênero *Bifidobacterium* quando empregadas em alimentos, exigem técnicas especiais, pois a elevada produção de ácido acético pode comprometer aspectos sensoriais, além de não tolerarem ambientes ácidos. Elas são Gram positivas, anaeróbicas, metabolizam a glicose produzindo ácido lático e acético, sendo, portanto, heterofermentativas (FERREIRA, 2018).

As frutas têm apresentado potencial para atuarem como veículo de probióticos com uma alta viabilidade celular em função das características intrínsecas dos vegetais. Os sucos de frutas ou hortaliças podem ser considerados um bom meio para carrear bactérias probióticas aos consumidores como as do gênero *Lactobacillus* (MARTINS *et al.*, 2016).

O desenvolvimento de formulações conjugando extratos e frutos, seus produtos e subprodutos vislumbra associar aspectos nutricionais e promotores de saúde com base na sua funcionalidade e atuação em seus constituintes químicos. Assim, bebidas fermentadas probióticas a partir de oleaginosas, cereais e frutas brasileiras têm apresentado boa viabilidade de bactérias lácticas. Entretanto, a acidez da fermentação tem sido um desafio no que tange os aspectos sensoriais (GUIMARÃES *et al.*, 2020; PELAIS *et al.*, 2020).

Sucos de frutas e outros vegetais utilizados como matrizes para a fermentação de bactérias probióticas e fornecimento de bioativos alimentares tem sido alvo de pesquisa e o processo fermentativo tem sido decisivo no aumento do teor de fenólicos. Alguns estudos obtiveram resultados satisfatórios na contagem e viabilidade de probióticos, mesmo em matrizes não comumente utilizadas na fermentação, como jussara e abacaxi (CAMPOS *et al.*, 2019; DOS SANTOS FILHO *et al.*, 2018).

A fermentação láctica em vegetais, como a cenoura, por exemplo, proporcionou um aumento no teor de carotenoides de sucos fermentados e uma importante conversão de açúcares simples em polissacarídeos pela ação da enzima microbiana frutossiltransferase. Desta forma, os sucos submetidos à fermentação

exibiram um melhor perfil glicídico em relação ao suco não fermentado, demonstrando a importância da aplicação de tecnologias adequadas como forma de melhorar os aspectos nutricionais e funcionais dos produtos alimentícios (XU *et al.*, 2020).

O aumento do teor de bioativos como fenólicos totais, flavonoides e antocianinas ao longo da fermentação pode também ser visto em sucos probióticos de frutas mais ácidas, como arônia (*chokeberry*), mirtilos e amora. Além de boa viabilidade de probióticos, tais sucos surgem, portanto, como alternativa para aumentar a utilização de frutas sazonais e altamente perecíveis (BONTSIDIS *et al.*, 2021; JEONG *et al.*, 2018; KWAW *et al.*, 2018).

## 2.6 APLICABILIDADE TECNOLÓGICA DA JABUTICABA

Com a finalidade da utilização integral da fruta, reaproveitamento de resíduos e incorporação de bioativos em novos modelos alimentares, a jabuticaba tem sido alvo de estudos envolvendo ciência e tecnologia dos alimentos. A farinha produzida a partir de cascas e sementes e do bagaço fermentado foram utilizados para enriquecer biscoitos, pães e bolos e aumentar a incorporação de bioativos nos alimentos (ALMEIDA *et al.*, 2020<sup>a</sup>; ASCHERI *et al.*, 2006; LEITE *et al.*, 2020; MARQUETTI *et al.*, 2018).

A elaboração de bebidas utilizando a jabuticaba consiste em uma forma de prolongar a vida útil da fruta contribuindo para que os consumidores tenham acesso aos benefícios da mesma, como pode ser visto na incorporação do extrato da casca de jabuticaba em bebidas isotônicas, que resultou em um produto alimentício com mais bioativos do que os convencionais, sem perder os atributos sensoriais favoráveis (CIPRIANO, 2011).

O extrato aquoso de jabuticaba acrescido a leites fermentados propiciou aumento no teor de bioativos em comparação aos produtos convencionais. Além disso, essa incorporação foi favorável na aceitação do produto, demonstrando que a adição de jabuticaba melhorou os atributos sensoriais e contribuiu positivamente no teste de intenção de compra da bebida (ZICKER, 2011).

Produtos alimentícios como creme de jabuticaba integral com aproveitamento

de cascas e gelado comestível de *Kefir* acrescido de polpa de jabuticaba também foram novas formas de utilização da fruta, ambos apresentando consideráveis teores de bioativos, ação antioxidante *in vitro* e boa viabilidade de bactérias probióticas (PLETSCH *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2020).

O processamento industrial da jabuticaba é uma excelente opção para aumentar sua vida útil, de forma que os consumidores tenham acesso a seus benefícios em relação à saúde, seja por meio de geleias, sucos, sorvetes ou incorporação de cascas e sementes liofilizadas como forma de enriquecer os alimentos. As indústrias farmacêutica e alimentícia também já exploram seus bioativos isolados para uso terapêutico, preventivo e como corantes naturais, em especial as antocianinas (DA ROSA *et al.*, 2022).

## 2.7 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DA AVEIA

A aveia (*Avena sativa L.*) é um cereal, comumente processado na forma de grãos, podendo ser comercializado em flocos finos ou farinha. Bastante difundida por seu valor nutricional e fibras é naturalmente isenta de glúten, podendo carrear parte desta proteína pela contaminação no processamento (GU *et al.*, 2022).

A utilização da aveia na alimentação humana está atrelada a aspectos de prevenção e promoção à saúde, mas sua utilização se estende na alimentação animal e indústria farmacêutica e de cosméticos. A aveia possui uma composição nutricional variada e repleta de nutrientes que apresentam benefícios à saúde humana, sendo compostos antioxidantes, fenólicos,  $\beta$ -glucanas, boa quantidade de aminoácidos e de fibras. Essa composição nutricional tem apresentado variações de acordo com sua produção, processamento, tratamento térmico e consumo (DE MORI; FONTANELI; SANTOS, 2012; MALANCHEN *et al.*, 2019).

Segundo a Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2017), 100 gramas de aveia em flocos possuem 13,9 gramas de proteínas, 66,6 gramas de carboidratos, dos quais, 9,1 gramas são fibra alimentar. Dentre as fibras da aveia, as  $\beta$ -glucanas se destacam por seus efeitos hipoglicêmicos, redutores do colesterol, redutores do risco de câncer de cólon e por suas ações prebióticas, tornando a aveia um dos alimentos com comprovada alegação de propriedade funcional (BRASIL,

2016; SILVA *et al.*, 2018).

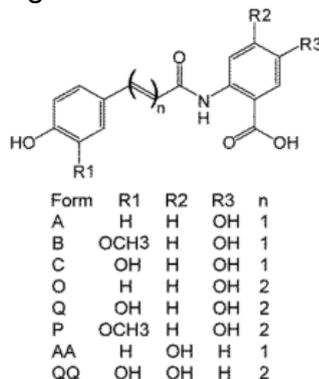
A composição proteica da aveia também é um fator de destaque na sua qualidade nutricional por um perfil de aminoácidos melhor quando comparado a outros grãos de cereais, favorecendo sua utilização no lugar de proteínas lácticas e na elaboração de novos produtos alimentícios funcionais (KUMAR; SEHRAWAT; KONG, 2021; MCCLEMENTS, 2021; ZHENG; ZHOU;).

As fibras da aveia dão a este alimento uma característica prebiótica, possibilitando a fermentação em matrizes vegetais para dietas “*plant based*”, sendo a base para alimentos capazes de carrear bactérias probióticas em quantidades suficientes para exercer efeitos benéficos no trato gastrointestinal (CHEKDID *et al.*, 2021; DURU *et al.*, 2019).

A aveia também é fonte de importantes antioxidantes, como compostos fenólicos, mas são as avenantramidas que fazem da aveia um alimento diferenciado, pois tais substâncias são praticamente exclusivas da mesma, tendo sido raramente encontradas em outras fontes (MALANCHEN *et al.*, 2019; VARGA *et al.*, 2018).

As avenantramidas se apresentam basicamente como amidas ligadas a um ácido antranílico, pertencentes ao grupo de alcaloides fenólicos, cuja estrutura está ilustrada na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura básica de uma avenantramida.



Fonte: Thomas *et al.* (2018).

As avenantramidas têm sido reportadas na literatura com importantes ações relacionadas à longevidade por suas funções anti-inflamatórias, antioxidantes, antidiabéticas, anti hiperlipidêmicas (THOMAS *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2015).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de natureza experimental, quali-quantitativo.

#### 3.1 COLETA E ARMAZENAMENTO DA MATÉRIA PRIMA

A matéria prima utilizada foi constituída de frutos de jabuticaba, conhecida popularmente por jabuticaba paulista (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) O. Berg), colhidos na zona rural do município de Três Pontas, em Minas Gerais (21°23'56.87"Sul e 45°37'20.25"Oeste). Os mesmos estavam em estágio ideal de maturação, com cor e odor característicos de fruta fresca, sem injúrias mecânicas e foram levados ao Laboratório de Técnica Dietética e Composição de Alimentos da UNIFAL-MG onde foram higienizados, um a um em água potável em seguida sanitizados por imersão em solução clorada (hipoclorito de sódio 200 mg/L<sup>-1</sup>) por 15 minutos com posterior enxágue em água potável (BRASIL, 1999c). Após escoamento da água, os frutos sanitizados foram embalados em sacos plásticos e levados ao laboratório de Tecnologia dos Alimentos da UNIFAL-MG, onde foram armazenados sob congelamento a -18°C.

#### 3.2 PREPARO DO SUCO DE JABUTICABA

Os frutos congelados de jabuticaba foram retirados do freezer, duas horas antes do preparo da bebida para descongelamento sob refrigeração. O suco puro obtido da dissolução da jabuticaba em água potável é considerado um suco tropical e, segundo a Instrução Normativa nº 12 (Brasil, 2003), não há para esta fruta uma diluição pré-estabelecida, assim, considera-se a diluição de no mínimo 50% (m/v). Portanto, utilizou-se a proporção 1:1 (frutos inteiros e água potável), os quais foram batidos em liquidificador (Mondial®) por 1 minuto para obtenção de suco de jabuticaba.

O suco coado passou por um processo de pasteurização segundo Nagpal, Kumar e Kumar (2012) com modificações de Maldonado *et al.* (2017), em temperatura de 80°C por 5 minutos.

Após a pasteurização, a temperatura do suco foi monitorada para que em torno de 42°C este fosse acrescido às demais formulações de bebida. Uma amostra do suco pasteurizado foi retirada como controle para as sucessivas análises.

O preparo das bebidas e farinha foi realizado nos laboratórios de Técnica Dietética e Tecnologia dos Alimentos da UNIFAL-MG.

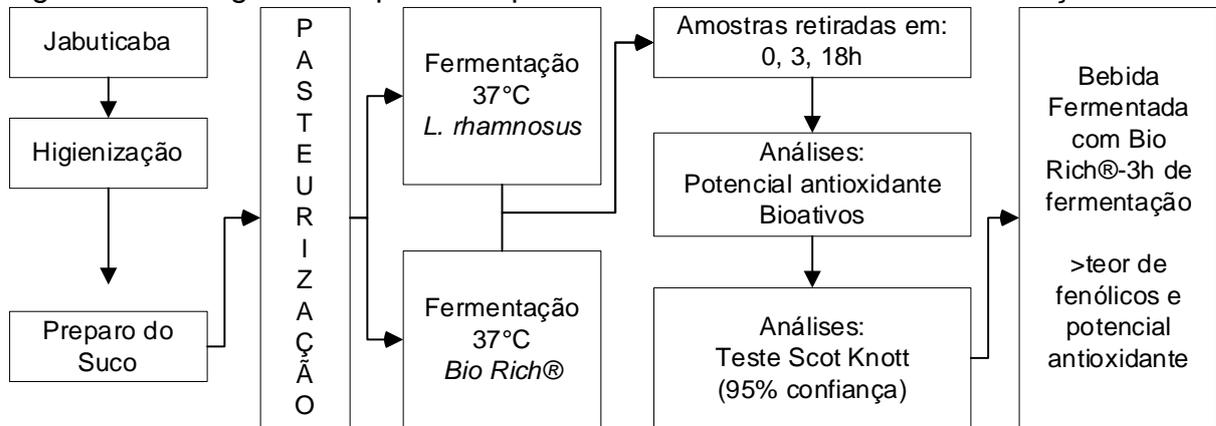
### **3.2.1 Pré-Testes de Fermentação em Suco de Jabuticaba**

Os sucos de jabuticaba pasteurizados e sem coar passaram por pré-testes de fermentação, com culturas lácticas mistas Bio Rich® e *Lactobacillus rhamnosus*. As culturas, na proporção de 400 mg para 1 litro de suco foram inoculadas a 37°C e submetidas a fermentação por 18 horas em estufa BOD (CAMPOS *et al.*, 2019; MALDONADO *et al.*, 2017). As amostras de bebidas foram retiradas nos tempos 0, 3 e 18 horas de fermentação. Tais amostras foram submetidas a análises de fenólicos totais, flavonoides totais e potencial antioxidante pelo método ABTS (AHN; KIM; JE, 2014; BOATENG *et al.*, 2008; CANO; ACOSTA; ARNAO, 2003).

Os resultados das análises foram submetidos à comparação das médias realizada pelo Teste de Scott-Knott, no intervalo de 95% de confiança, utilizando o Software R versão 4.1.3 (R CORE Team, 2022), por meio do pacote ExpDes.pt (2011), conforme orientações de Ferreira e Oliveira (2020).

De acordo com os pré-testes, as formulações contendo a cultura láctica mista Bio Rich® às 3 horas de fermentação, apresentaram os maiores teores de fenólicos totais e potencial antioxidante (2,23 mg de eq. GAE/mL; 33,99 mg de eq. Trolox/mL), demonstrando melhor performance neste tempo de fermentação e com a utilização desta cultura.

Figura 4 - Fluxograma do pré-teste para a escolha da cultura de fermentação



Fonte: Elaborado pela autora (2022)

Por meio destes resultados, definiu-se a utilização da cultura láctica mista Bio Rich® e decidiu-se incorporar o extrato de aveia ao experimento como forma de prover um substrato mais rico em nutrientes e minimizar a acidez das preparações.

Além disso, para que a bebida final pudesse ser consumida por portadores de Diabetes Mellitus ou outra condição que limitasse o consumo de açúcar, optou-se por utilizar o adoçante stévia. O mesmo, de origem natural, já é amplamente empregado em diversos alimentos, possui segurança para o consumo humano e considerável recomendação pelos profissionais de saúde, devido ao impacto negativo da ingestão de açúcar na saúde humana (SAMUEL *et al.*, 2018).

### 3.3 PREPARO DA FARINHA DO RESÍDUO DO SUCO DA JABUTICABA

O resíduo do suco de jabuticaba foi disposto em bandejas de alumínio e levado à estufa de circulação de ar a 50°C por 7 horas e 20 minutos, conforme metodologia de Almeida *et al.* (2020b) e Santos *et al.* (2020).

Após este período, o resíduo foi triturado novamente em liquidificador (Mondial®) por 1 minuto e peneirado em peneira de 35 mesh (diâmetro da malha), obtendo-se uma farinha fina que foi mantida sob refrigeração (em torno de 8°C) e ao abrigo de luz para posteriores análises.

### 3.4 PREPARO DO EXTRATO DE AVEIA

Para o preparo do extrato foram utilizados flocos finos de aveia (Vitapão®) que foram submetidos a hidratação prévia em água filtrada e potável na proporção 1:3 (aveia/água) por 12 horas sob refrigeração em recipiente tampado. Após este período o conteúdo foi batido em liquidificador doméstico (Mondial®) por 3 minutos, deixando em repouso por 1 minuto e novamente batendo por 2 minutos para obtenção de cremosidade conforme De Oliveira Camargo *et al.* (2020).

O extrato de aveia foi coado em tecido voal de nylon para aproveitamento máximo do líquido e, em seguida pasteurizado em banho maria conforme Nagpal, Kumar e Kumar (2012) com modificações de Maldonado *et al.* (2017), em temperatura de 80°C por 5 minutos, seguindo os mesmos critérios do suco de jaboticaba.

Tanto o extrato de aveia como o suco de jaboticaba foram resfriados para que as formulações fossem preparadas concomitantemente, a fim de maior precisão no experimento e para que todas chegassem à temperatura de 42°C para a inoculação da cultura lática.

### 3.5 PREPARO DAS BEBIDAS VEGETAIS

O presente estudo contou com 7 formulações diferentes de bebidas vegetais, ambas em duas repetições, com variação na concentração de suco de jaboticaba puro (proporção 1 parte de fruta e 1 parte de água), extrato de aveia, água e acréscimo de cultura lática. A descrição das formulações está representada na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações-teste das bebidas vegetais com jabuticaba e aveia

Formulação (F)	% Extrato de aveia	% suco de jabuticaba	% Água	Adoçante Stévia em pó (gramas)	Cultura láctica*
1	50	0	50	1,5	-
2	50	0	50	1,5	+
3	0	100	0	1,5	-
4	0	100	0	1,5	+
5	50	50	0	1,5	+
6	50	35	15	1,5	+
7	50	20	30	1,5	+

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

\*Cultura láctica: fermento Bio Rich®: (100 mg/250 mL de bebida).

+: presença; -: ausência.

A cultura láctica mista da marca Bio Rich®, contendo estirpes de *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium lactis* e *Bifidobacterium bifidum* foi a escolhida mediante pré-testes de melhor performance no teor de bioativos e potencial antioxidante das bebidas. Nestes pré-testes, comparou-se o teor de fenólicos totais, flavonoides totais e potencial antioxidante de sucos de jabuticaba puros, sem coar, acrescidos de cultura mista Bio Rich® e de cultura de *Lactobacillus rhamnosus*.

O estudo foi feito com amostras no tempo 0, 3 e 18 horas de fermentação e concluiu-se que o melhor tratamento foi atribuído à bebida fermentada com Bio Rich® às três horas de fermentação. Entretanto, estudos nos pré-testes de contagem total de bactérias lácticas, feitos conforme orientações de Da Silva *et al.* (2018), realizados no laboratório de Biologia e Fisiologia de Microrganismos da Universidade José do Rosário Vellano, não apontaram viabilidade de bactérias lácticas em nenhum tempo de fermentação.

Diante disso, optou-se por acrescentar extrato de aveia em algumas preparações e adaptar as metodologias às instruções do fabricante contidas na embalagem do Bio Rich® unindo, assim, dados recentes da literatura de fermentação de sucos e especificações do produto (MOREIRA *et al.*, 2017; CAMPOS *et al.*, 2019; MUHIALDIN *et al.*, 2021; HASHEMI; JAFARPOUR; JOUKI, 2021).

A incorporação de aveia (*Avena sativa*), além de enriquecer a matriz alimentar para a possível fermentação e possibilitar um aumento do pH, contribui na oferta de

compostos fitoquímicos às preparações, por ser fonte de ácidos e aldeídos fenólicos e avenantramidas (THOMAS *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2015; ANGELOV; YANEVA-MARINOVA; GOTCHEVA, 2018).

Assim, a incubação ocorreu a 42 °C na proporção de 400 mg de cultura para 1 litro de bebida, que equivalem a  $1 \times 10^8$  UFC/g de *Lactobacillus acidophilus* e  $1 \times 10^8$  UFC/g de *Bifidobacterium*. Foram utilizados recipientes fechados de plástico, previamente higienizados (limpeza com água e detergente; sanitização em hipoclorito de sódio 200 mg/L<sup>-1</sup>) e as bebidas foram mantidas em microaerofilia, em estufa BOD também a 42°C por 6 horas, conforme sugestão do fabricante e em conformidade com os pré-testes realizados para escolha da cultura a ser utilizada.

O suco de jabuticaba puro e pasteurizado, usado como controle, deixa de se enquadrar na categoria suco tropical contida na Instrução normativa n° 12, de 4 de setembro de 2003 ao receber a adição de probióticos e passa a ser enquadrado na Instrução Normativa n° 34 de 29 de dezembro de 2012, que trata de bebida fermentada de jabuticaba (BRASIL, 2003; BRASIL, 2012).

Para os ensaios, as amostras foram retiradas assepticamente após 6 horas em estufa BOD, quando, então, receberam banho de gelo e foram submetidas às análises físicas. As amostras utilizadas em testes posteriores foram congeladas a -18°C e os ensaios conduzidos em duas repetições e em triplicatas.

### 3.6 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As análises físico-químicas foram realizadas nos laboratórios de Tecnologia dos Alimentos e de Nutrição Experimental da UNIFAL-MG.

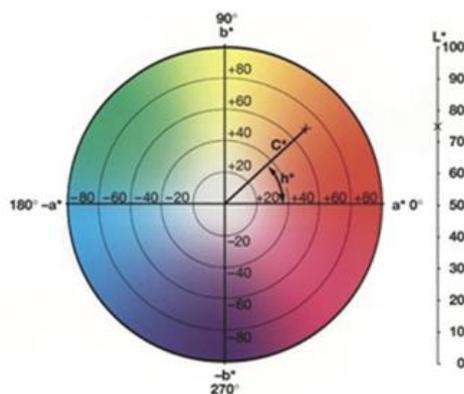
#### **3.6.1 Análises Físico-Químicas: Colorimetria, pH, sólidos solúveis (°Brix) e acidez total titulável**

Para a colorimetria, realizou-se as leituras em três diferentes pontos das amostras dispostas em placa de Petri, utilizando o colorímetro Color reader CR-10 no modo CIE L\*, a\* e b\* (MCGUIRE, 1992) com determinação dos valores (L\*, a\* e b\*), onde L\*, indica valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco), a\*

indica a variação de cor do verde ( $-a^*$ ) até o vermelho ( $+a^*$ ) e o  $b^*$  indica a variação de cor do azul ( $-b^*$ ) até o amarelo ( $+b^*$ ). Graficamente, considera-se o ângulo de  $0^\circ$  como a cor vermelha, o ângulo de  $90^\circ$ , amarelo, o ângulo de  $180^\circ$ , verde, e o ângulo de  $270^\circ$ , azul (MCGUIRE, 1992; SHEWFELT; THAI; DAVIS, 1988).

Para entender a colorimetria, o método CIE  $L^*a^*b^*$  utilizado nesta metodologia nos permite fornecer uma diferenciação de cores mais precisa em relação à percepção humana (PATHARE *et al.*, 2013), além disso, outras características básicas, como tonalidade (Ângulo Hue -  $^\circ\text{Hue}$ ) e Saturação (Croma -  $C^*$ ) nos permitem identificar e padronizar as cores. Sendo assim, a tonalidade é a grandeza que caracteriza a qualidade da cor (vermelho, verde, azul, etc.), permitindo diferenciá-la e está associada a certo comprimento de onda do espectro visível enquanto a saturação (Croma) descreve a intensidade ou quantidade de uma tonalidade, indicando a proporção em que ela está misturada com o branco, preto ou cinza. Também chamada de pureza ou intensidade da cor, é a qualidade que nos permite distinguir cores fortes de fracas (McGUIRE, 1992; RIGOLON, 2017). O espaço de cor  $L^*C^*h^\circ$  está representado pela Figura 5.

Figura 5 - Espaço de cor  $L^*C^*h^\circ$



Fonte: Ferreira e Spricigo (2017)

A análise de pH foi realizada utilizando medidor mpH 210 versão 7.1, com leituras em triplicata, pela inserção do eletrodo direto na amostra a temperatura ambiente (IAL, 2008).

O teor de sólidos solúveis foi determinado a temperatura ambiente, com amostras coadas em tecido voal de nylon, com leituras em refratômetro de bancada

(Optech®) e foram expressos em graus Brix -°Brix (IAL, 2008).

A determinação de acidez foi conduzida por titulação com solução de NaOH 0,1 M e indicador fenolftaleína, no qual alíquotas de 2 mL das amostras foram diluídas em 78 mL de água destilada e submetidas à titulação com NaOH até mudança de cor e pH próximo a 8,2. A acidez foi expressa em porcentagem (%) de ácido cítrico (IAL, 2008).

### **3.6.2 Análises Químicas**

#### **3.6.2.1 Determinação do teor de umidade e cinzas**

O teor de umidade e cinzas das amostras sólidas: fruta inteira e farinha do resíduo do suco de jabuticaba foi quantificado segundo a técnica gravimétrica, com emprego de calor em estufa da marca Solab a 105°C e mufla a 550°C e subsequente resfriamento em dessecador até obtenção de massa constante (IAL, 2008). A análise foi realizada em duas repetições e em triplicata e os resultados expressos em g/100g.

#### **4.6.2.2 Preparo e extração das amostras para análise dos compostos bioativos e potencial antioxidante**

As amostras sólidas (fruta e farinha do resíduo do suco de jabuticaba) passaram por prévia extração conforme descrito por Rufino *et al.* (2010) com pequenas modificações. A fruta triturada previamente em mixer (Walita®) e a farinha já pronta foram pesadas e colocadas em solução metanólica a 50%, na proporção de 0,75:10 (m/v) para fruta e 0,15: 10 (m/v) para farinha. Estas soluções passaram por uma hora de agitação em agitador horizontal e depois por 10 minutos de centrifugação em centrífuga (Excelsababy 2, modelo 206 R). Após esse período, recolheu-se o sobrenadante, reservou-o e duas novas extrações utilizando solução de acetona a 70% foram realizadas, seguindo a mesma descrição acima. Os sobrenadantes das três extrações foram reunidos e a partir deles realizadas as análises.

As amostras das formulações das bebidas passaram por extração metanólica a 50 %, considerando o teor de água das mesmas e umidade da fruta e aveia, esta última, considerando a umidade (9,1%) descrita pela Tabela Brasileira de Composição dos Alimentos (TACO, 2017). Seguiu-se a mesma metodologia de extração das amostras sólidas (RUFINO *et al.*, 2010) para manter um padrão parecido de extração dos bioativos. Após a primeira extração em metanol e centrifugação 14000 rpm em centrífuga Nanospin Plus® por 3 minutos, o sobrenadante foi recolhido. A segunda extração foi feita em solução de acetona a 70%, passando pela mesma centrifugação e recolhimento do sobrenadante.

Devido à variação na quantidade de água de cada formulação, os extratos finais passaram por diferentes diluições para os ensaios de fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas e potencial antioxidante por ABTS+ e DPPH. Os fatores individuais de diluição de cada amostra foram utilizados nos cálculos finais.

#### 4.6.2.3 Determinação de Fenólicos Totais

A partir dos extratos preparados conforme descrito no item 3.6.2.2, o teor de fenólicos totais foi determinado utilizando-se método descrito por Cano, Acosta e Arnao (2003), com adaptações de Pereira e Tavano (2014), usando o reagente de Folin–Ciocalteu e a curva de ácido gálico como padrão.

Para tanto, alíquotas de 50µl de amostras previamente diluídas foram adicionados a 250µl de reagente Folin-Ciocalteu e 1200µl de água MiliQ®. Após agitação os tubos foram incubados em temperatura ambiente por 6 minutos. Após o período de incubação acrescentou-se 750µl de solução de carbonato de sódio 7%, agitou-se, e após incubação em temperatura ambiente por 1h realizou-se as leituras, em triplicata, utilizando espectrofotômetro a 750nm, contra o branco da reação. Uma curva analítica de ácido gálico foi construída previamente considerando-se as concentrações entre 0 a 16µg de ácido gálico. A equação da reta utilizada foi:

$$y = 0,0492.x - 0,0126 \quad (1)$$

O resultado gerado pela equação acima (em µg de equivalente de ac gálico),

foi posteriormente ajustado para mg de equivalentes de ácido gálico por mL ou por g de amostra.

#### 3.6.2.4 Determinação de Flavonoides Totais

Para a determinação de flavonoides totais foram utilizados os extratos obtidos conforme descrito no item 3.6.2.2, utilizando-se método descrito por Boateng *et al.* (2008) com modificações. Foram adicionados aos 50 µl de amostras diluídas, 1,2 mL de água destilada e 75 µl de solução de NaNO<sub>2</sub> (5%). Após agitação e 5 min de incubação em temperatura ambiente foram adicionados 75 µl de AlCl<sub>3</sub> (10%), e após mais 5 min 0,5 mL de NaOH 1M. As leituras, em triplicata, foram realizadas a 510 nm e uma curva padrão de catequinas foi utilizada para os cálculos de acordo com a seguinte equação da reta:

$$y = 0,0114x - 0,0013 \quad (2)$$

O resultado em µg de equivalente de catequinas foi ajustado aos fatores de diluição e convertidos a fim de expressar os resultados em mg de equivalentes de catequinas por mL ou g de amostra.

#### 3.6.2.5 Determinação do potencial antioxidante por captura do radical ABTS<sup>+</sup>

O potencial antioxidante das formulações foi detectado por dois métodos: captura do radical ABTS<sup>+</sup> e captura do radical DPPH. Ambos são largamente utilizados para frutas e seus derivados, tendo cada um suas particularidades e se baseiam na habilidade dos antioxidantes da amostra em capturar seus cátions. O método ABTS<sup>+</sup>, em particular, pode ser usado tanto para detectar componentes lipossolúveis quanto hidrossolúveis (SUCUPIRA *et al.*, 2012).

A determinação do potencial antioxidante dos extratos, preparados conforme descrito no item 3.6.2.2 foi realizada conforme o proposto por AHN, KIM e JE (2014), com modificações. Este é um dos métodos mais utilizados para mensurar a atividade antioxidante e consiste na captura do radical 2,2-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS) por compostos de natureza lipofílica e hidrofílica, incluindo

flavonoides, carotenoides e antioxidantes plasmáticos. A formação do radical ABTS, é gerada a partir da oxidação com persulfato de potássio que é reduzido na presença de antioxidantes doadores de hidrogênio contidos na amostra (PINTO *et al.*, 2021).

Uma solução de ABTS<sup>+</sup> (Ácido 2,2'-Azino-Bis (3-Etilbenzoatiazolina-6-sulfônico)) foi preparada utilizando-se 0,096g de ABTS<sup>+</sup> solubilizado em 25mL de água MiliQ®. A esta solução foi adicionado 0,01655g de persulfato de potássio e a mesma foi mantida sob proteção da luz por 16h. Este reagente foi então diluído com água MiliQ® até que sua leitura para absorvância a 734nm fosse aproximadamente 0,700. As alíquotas das amostras e dos extratos foram colocadas em tubos num volume máximo de 50 µl e 200 µl de água destilada, onde posteriormente acrescentou-se 750 µl de ABTS e esta solução foi incubada na ausência de luz por 60 minutos após agitação. Assim, foram realizadas as leituras das absorvâncias a 734nm, em triplicata. Foi utilizado como branco da reação, a solução de ABTS e água, sem a amostra, cuja absorvância representou o "100 %". Para efeito de cálculos, foi utilizada uma curva analítica de Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametacromano-Ácido2-carboxílico) na faixa de concentração de 0 a 7nmols de Trolox. A equação utilizada foi:

$$Y = 0,0186x - 0,0094 \quad (3)$$

O resultado em nmol de equivalentes de Trolox foi ajustado aos fatores de diluição e os resultados finais foram expressos em µmols de equivalente de Trolox/g ou mL de amostra.

### 3.6.2.6 Determinação do potencial antioxidante pelo método DPPH

O potencial antioxidante *in vitro* das amostras foi realizado, também pelo método do radical DPPH (2,2-Difenil-1-picryl-hidrazil), segundo Brand-Williams *et al.* (1995) com adaptações de Pereira e Tavano (2014). Este método, um dos mais comumente usados por sua praticidade e eficiência, consiste em utilizar um radical livre e medir o quanto ele consegue ser reduzido por moléculas antioxidantes da

amostra, através da aceitação de um elétron ou um hidrogênio. Assim, na sua forma de radical livre, o DPPH possui uma cor púrpura intensa e, conforme vai sendo reduzido, perde sua tonalidade, ficando mais claro (ROMANET *et al.*, 2019).

Para tanto, a solução de DPPH foi previamente preparada na concentração de 0,06mM em etanol a 80% e uma curva analítica de Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchroman-2-Carboxylic Acid) foi construída considerando-se a faixa de concentração de 0 a 7nMols de Trolox e sua absorvância lida até o valor de no máximo 0,700 a 517 nm. Alíquotas de no máximo 50 µl dos extratos das amostras foram acrescidas de água destilada (seguindo a proporção de 50 µl de amostra para 200 µl de água destilada) e 1 mL de solução de DPPH. Os tubos foram agitados e incubados por 60 minutos ao abrigo de luz. O branco da reação foi composto por solução de DPPH e água e as leituras, em triplicata, realizadas a 517 nm.

Uma curva de Trolox também foi utilizada como padrão e para os cálculos, obtendo-se os valores em nanomols de equivalente de Trolox, que posteriormente foram convertidos em µmols de equivalentes de Trolox/mL ou g de amostra, utilizando-se a seguinte equação:

$$Y=0,0136X+0,006 \quad (4)$$

Os resultados foram expressos em base úmida e em base seca, para as amostras sólidas, fruta inteira (J) e farinha do resíduo do suco (FRS), sendo que em base seca, se expressa o teor do componente apenas no conteúdo sólido da amostra, descontando sua umidade. Já para as formulações de bebidas, os resultados foram expressos apenas em base úmida, para fidelizar o conteúdo dos mesmos na bebida pronta para consumo.

### 3.6.2.7 Determinação das antocianinas totais

O teor de antocianinas totais foi determinado pelo método de pH diferencial descrito por Wrolstad (1993) adaptado por Madrera *et al.* (2021). Assim, 50 µl dos extratos da fruta inteira (J), da farinha (FRS) e de cada formulação das bebidas (de F1 a F7) foram diluídos em 950 µl em solução tampão pH 1,0 (cloreto de potássio

0,025 M) e outros 50 µl foram diluídos em solução de tampão pH 4,5 (acetato de sódio 0,4 M). Os tubos contendo as diluições, em 2 repetições e em triplicata, foram agitados e deixados ao abrigo de luz por 30 minutos. Após este período, a absorbância das amostras diluídas foi medida em 510 e 700 nm usando um espectrofotômetro. O teor de antocianinas foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$\text{MAC} = \frac{[(A_{\lambda 500} - U_{MA\lambda 700}) \text{ pH}1 - (U_{MA\lambda 500} - U_{MA\lambda 700}) \text{ pH}4.5] \times 449,2 \times 1.000}{(26.900 * \text{DF})} \quad (4)$$

Onde A é a absorvância obtida em cada comprimento de onda, 449,2 é a massa molecular da cianidina-3-O-glicosídeo, 26.900 é sua absortividade molar ( $\epsilon$ ) e DF é o fator de diluição. Os resultados foram expressos em mg de equivalentes de cianidina-3-O-glicosídeo (C3G) /g de base seca para as amostras sólidas (J e FRS) e em mg de equivalentes de cianidina-3-O-glicosídeo/mL de bebida.

### 3.7 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia dos Alimentos do Departamento de Ciências Farmacêuticas da UNIFAL-MG.

A fruta inteira e as amostras de cada formulação das bebidas foram submetidas a análises microbiológicas, seguindo os parâmetros da legislação vigente que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos, Instrução Normativa N° 161, de 1° de Julho de 2022 (BRASIL, 2022). Esta Instrução contempla para controle de qualidade da fruta inteira as seguintes análises: pesquisa de *Salmonella sp* e *Escherichia coli*. Já as formulações de bebidas, por se tratarem de bebidas vegetais não alcóolicas e submetidas a processo tecnológico para redução microbiana (pasteurização), as análises exigidas foram: pesquisa de *Salmonella sp*; *Bacillus cereus* (devido a adição de aveia na formulação); pesquisa de bactérias do gênero *Enterobacteriaceae* e pesquisa de bolores e leveduras (BRASIL, 2022). Ressalta-se, que o processo de pasteurização foi empregado pois trata-se de um tratamento térmico bastante empregado no processamento industrial de sucos, apresentando duas funções básicas: reduzir a carga microbiana inicial a

níveis aceitáveis (deixando o alimento microbiologicamente seguro) e inativar complexos enzimáticos existentes que possam causar alterações sensoriais do produto (WANG; HU; WANG, 2010).

Para analisar a viabilidade de probióticos, utilizou-se a contagem total de bactérias lácticas, tanto na fruta (J), como em todas as formulações das bebidas. As análises, descritas a seguir, foram feitas seguindo os protocolos de Da Silva *et al.* (2018), conforme o estabelecido pela APHA (2015) e ISO6579 (2002), em duas repetições, em três diluições seriadas.

### **3.7.1 Pesquisa *Salmonella sp***

A pesquisa de *Salmonella sp* foi realizada tanto na matéria-prima jabuticaba como nas diferentes formulações das bebidas. As amostras foram diluídas (25 g ou mL) em 225 mL de solução peptonada tamponada. Este pré-enriquecimento foi realizado em estufa a 35°C por 24 horas. Após este período, alíquotas de, respectivamente, 1 ml e 0,1 mL foram transferidas para tubos contendo caldo tetracionato enriquecido de solução verde brilhante e solução de iodo e para o caldo Rappaport Vassiliadis. Os primeiros foram incubados em estufa a 35°C por 24 horas. Os tubos contendo as amostras no caldo RV (Rappaport Vassiliadis) foram incubados em banho-maria por 24 horas a 42°C. Após este período, foi realizada incubação em placas contendo meios seletivos (*Salmonella Shighella* agar; meio Raj Hans; Hektoen enteric agar) por mais 24 horas a 35°C. Após esta incubação, se houvesse a presença de colônias sugestivas, as mesmas seriam transferidas para as provas bioquímicas utilizando os meios TSI (ágar triplo açúcar de ferro), LIA (Ágar Lisina Ferro), Citrato de Simmons e Caldo Ureia, todos a 35°C por mais 24 horas.

### **3.7.2 Pesquisa de *Escherichia Coli***

Conforme a Legislação vigente (BRASIL, 2022), a contagem de *Escherichia coli* foi realizada pela técnica do Número Mais Provável, com diluição de 25g ou mL das amostras em solução peptonada tamponada e subsequentes diluições em respectivos tubos, em triplicata, contendo Caldo Lauril Sulfato Triptose, dispostos com tubo de Durham e incubados a 35°C por 24 horas. A turvação do meio e

presença de gás nos tubos de Dhuran indicariam a presença de coliformes totais. Destes tubos considerados positivos, uma alíquota seria transferida para o Caldo EC Mug para comprovação da presença de *E. coli*.

### **3.7.3 Pesquisa de Enterobactérias**

A contagem das bactérias do gênero *Enterobacteriaceae* foi realizada para as formulações das bebidas, através da diluição de 25 mL em 225g de solução peptonada tamponada, com plaqueamento de 1 ml da amostra pelo método “*pour-plate*” (plaqueamento em profundidade) no ágar VRBG (Agar Violet Red Bile Glucose), com incubação a 35°C por 24 horas e posterior contagem de colônias típicas, expressas em UFC/mL.

### **3.7.4 Pesquisa de Bolores e Leveduras**

A pesquisa de bolores e leveduras foi realizada para as formulações das bebidas, através da diluição de 25 mL em 225g de solução peptonada tamponada, com plaqueamento de 1 ml da amostra em superfície com espalhamento da mesma usando alça de drigalski no ágar Sabourod (ou ágar batata dextrose), com incubação em 20° a 25°C por 24 horas e posterior contagem de colônias típicas, expressas em UFC/mL.

### **3.7.5 Pesquisa de *Bacillus Cereus***

A pesquisa de *Bacillus cereus* foi realizada para as formulações das bebidas, através da diluição de 25 mL em 225g de solução peptonada tamponada, com inoculação de 1 ml da amostra em superfície com espalhamento da mesma usando alça de drigalski no ágar MYP (ágar manitol gema de ovo polimixina), com incubação em 30° a 32°C por 24 horas e posterior contagem de colônias típicas, expressas em UFC/mL.

### 3.7.6 Contagem Total de Bactérias Lácticas

A contagem de bactérias lácticas foi realizada tanto na fruta (J) como em todas as formulações das bebidas, como forma de verificar o crescimento e viabilidade das bactérias probióticas na matriz alimentar estudada (bebida vegetal fermentada mista). Os 25 g ou mL das amostras foram diluídos em 225 mL de solução peptonada não tamponada e o plaqueamento, em duplicata de cada diluição sequencial ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  e  $10^{-3}$ ) foi realizado em “pour-plate” (plaqueamento em profundidade), utilizando Ágar MRS (Ágar de Man, Rogosa e Sharper) e incubação em jarra de anaerobiose. A incubação foi feita por 72 horas a 30°C. Após este tempo, houve a contagem das colônias típicas, expressas em UFC/mL ou g.

### 3.7.7 Controle de Qualidade da Água Utilizada nas Preparações

Para assegurar a qualidade da água empregada nas preparações, realizou-se a pesquisa de coliformes totais e *Escherichia coli* utilizando o kit Colilert® com incubação a 35°C por 24 horas, conforme orientações de Da Silva *et al.* (2018).

## 3.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento foi conduzido em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com sete tratamentos, duas repetições e três replicadas. Os tratamentos considerados foram F1 (50% extrato de aveia, 50% água, sem cultura láctica); F2 (50% extrato de aveia, 50% água, com cultura láctica); F3 (100% suco de jabuticaba, sem cultura láctica); F4 (100% suco de jabuticaba, com cultura láctica); F5 (50% extrato de aveia, 50% suco de jabuticaba, com cultura láctica); F6 (50% extrato de aveia, 35% suco de jabuticaba, 15 % de água, com cultura láctica); F7 (50% extrato de aveia, 20% suco de jabuticaba, 30 % de água, com cultura láctica).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey para comparação das médias, a 5% de significância. Foi utilizado o software R 4.2.1 (R CORE TEAM, 2022) por meio do pacote ExpDes.pt (FERREIRA, CAVALCANTI, NOGUEIRA, 2021).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS DA FRUTA INTEIRA (J) E FARINHA DO RESÍDUO DO SUCO DE JABUTICABA

A caracterização da matéria-prima deste estudo, jabuticaba inteira (J) e da farinha do resíduo do suco (FRS) em relação ao pH, parâmetros colorimétricos, umidade e cinzas está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultado das análises de pH, colorimetria, umidade e cinzas da jabuticaba variedade Paulista, fruta inteira (J) e farinha do resíduo do suco (FRS)

Parâmetros	Fruta inteira (J)	Farinha do resíduo do suco (FRS)
pH	3,5 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>
L*	32,17 <sup>a</sup>	39,97 <sup>b</sup>
a*	1,3 <sup>b</sup>	11,47 <sup>a</sup>
b*	2,2 <sup>b</sup>	5,2 <sup>a</sup>
°h (Hue)	58,89 <sup>a</sup>	24,4 <sup>b</sup>
Croma	2,57 <sup>b</sup>	12,59 <sup>a</sup>
Umidade (%)	92,54 <sup>a</sup>	5,67 <sup>b</sup>
Cinzas (%)	3,8 <sup>a</sup>	1,59 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Legenda: Letras diferentes na mesma linha representam diferença entre as médias pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os valores de pH da jabuticaba inteira encontram-se em concordância com dados da literatura, onde foram encontrados valores em torno de 3,6 para fruta inteira, 3,5 para polpa de jabuticaba e 3,4 para resíduo fresco da despoupa (BOESSO *et al.*, 2020; INADA *et al.*, 2015). Esta característica de baixo pH, segundo os autores supracitados contribuem para estabilidade das antocianinas e potencializa o efeito antimicrobiano desta fruta, do qual surge o desafio de fazer desta matriz alimentar um substrato para estirpes probióticas.

O pH das frutas exerce, particularmente para a jabuticaba, um papel importante na preservação e estabilidade das antocianinas, pigmento responsável pela cor deste fruto, uma vez que a coloração vermelha mais intensa tende a ocorrer em pH mais baixo, em torno de 3,0 (DE PAULA *et al.*, 2019). Os valores de a\*(1,3) e °Hue (58,89) confirmam esta característica, conferindo a esta fruta, em estágio ideal de maturação a cor arroxeada intensa pela forte presença de antocianinas na casca

(INADA *et al.*, 2015).

Em se tratando de frutas e seus subprodutos, a cor é atributo fundamental e vai além da capacidade de refletir e absorver luz, influenciando diretamente os sentidos humanos (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Espera-se que um produto derivado de jabuticaba mantenha um nível de coloração próximo ao da fruta original, sem muitas perdas ao longo do processamento.

Becker *et al.* (2015) encontraram para jabuticaba da variedade Sabará aos 45 dias de maturação, °Hue de 14,3, Croma de 5,21 e a\* de 4,6, valores estes que demonstram que, para esta variedade da fruta, em comparação à jabuticaba paulista analisada no presente estudo, os dados de colorimetria apontaram frutos de cor vermelha mais intensa e pura, comprovando a variação entre os tipos de jabuticaba. Tais autores citaram também, que ocorre uma variação de cores ao longo da maturação, onde há redução nos valores de b\* pela degradação da clorofila.

Autores como De Oliveira, Da Silva e Scarpate Filho (2020) encontraram para jabuticaba variedade Sabará valores de a\* em média de 4,6, valor este superior ao encontrado para jabuticaba no presente estudo. O mesmo foi observado para os valores de Croma, que ficaram entre 3,59 a 5,21, enquanto que os do presente estudo ficaram, em média, em torno de 2,57, indicando menor intensidade na cor. Tal diferença se explica, também, pelas variações e cultivares da fruta, região, solo, fatores estes que também influenciam na cor.

No entanto, quanto maior o °Hue, mais próximo a fruta estará da cor roxa escura, conforme dados do estudo de Souza *et al.* (2021), que encontraram valores bem mais altos para este parâmetro, em torno de 249,95, analisando apenas a casca de jabuticaba e confirmando a cor característica da mesma. As amostras de fruta inteira (J) no presente estudo, embora com menores valores de ângulo °Hue, também apontaram uma proximidade ao roxo escuro pela presença intacta da casca.

Frutos da variedade paulista, analisados por Lattuada *et al.* (2020), apresentaram-se mais claros (L\* = 24,24) e mais vermelhos (a\* 4,24) do que os do presente estudo, entretanto a cor dos mesmos apresentou-se menos intensa pelos parâmetros croma e °Hue (4,42 e 16,18, respectivamente), apontando assim, que mesmo entre frutos da mesma variedade, pode haver diferenças na cor e tonalidade.

Em relação à umidade, o teor encontrado para a fruta inteira neste estudo (92,54%) foi bastante considerável e maior do que o encontrado por Inada *et al.* (2015), que apresentou 87,3%, enquanto Rufino *et al.* (2010) encontraram 85,9%, ambas da variedade Sabará, porém, adquiridas em Minas Gerais e Ceará, respectivamente. Almeida *et al.* (2020a) também determinaram a umidade na casca da jabuticaba *in natura* obtendo valores de 83,14%, inferior ao da fruta inteira neste estudo. Estes dados confirmam que a umidade do fruto pode variar conforme os diferentes cultivares e local de produção.

Já Almeida *et al.* (2018) encontraram, para variedade paulista, um teor menor de umidade, em torno de 85,88%. Estes dados tornam-se ainda mais relevantes no que diz respeito à concentração ou diluição dos bioativos na fruta e em seus subprodutos, daí a necessidade e importância de expressar dados de componentes bioativos em base úmida (*in natura*) e em base seca (descontando o teor de água da amostra).

Além da umidade, o teor de cinzas nos alimentos refere-se ao resíduo inorgânico, ou resíduo mineral fixo (sódio, potássio, magnésio, cálcio, ferro, fósforo, cobre, cloreto, alumínio, zinco, manganês e outros compostos minerais) e o valor encontrado para a fruta inteira (3,80%) esteve em concordância com dados encontrados na literatura (2,7 a 4,2%) para frutos inteiros e superior aos encontrados para polpa de jabuticaba (2,13 a 2,73%), uma vez que a presença da casca e sementes certamente contribui para conteúdo final de cinzas (BOARI LIMA, 2008; FONSECA; CARVALHO; VIANA, 2021; ZAMBIAZI, 2010).

Ao analisar o pH da farinha produzida, verificou-se que a mesma manteve a acidez característica dos frutos *in natura*. Resultados semelhantes para valores de pH em farinha do resíduo de suco de jabuticaba foram encontrados por Santos *et al.* (2020) e Resende, Oliveira e Franca (2020), sendo, respectivamente 3,5 e 3,44. Almeida *et al.* (2020a) encontraram pH de 3,26 para farinha de casca de jabuticaba por secagem convectiva e 2,95 para a farinha liofilizada, demonstrando que a farinha tende a manter esse perfil ácido da jabuticaba, mesmo em diferentes processamentos.

A farinha do resíduo do suco de jabuticaba apresentou cor avermelhada conforme o valor de  $a^*$ (11,47), com maiores valores de luminosidade ( $L^*$ ) e

saturação (croma) do que a fruta inteira. Quanto menor o ângulo  $^{\circ}Hue$  de uma amostra, maior será sua intensidade e vale ressaltar que a farinha do resíduo do suco de jabuticaba passou por processo físico e térmico que ocasionam ruptura da parede celular, o que pode expor pigmentos como as antocianinas e realçar sua cor característica. Assim, o binômio tempo temperatura empregados na produção da farinha do presente estudo não prejudicou a cor da mesma, mantendo a cor característica entre roxo e avermelhada, estando em consonância com outros estudos (FERNANDES *et al.*, 2012; LIMA; MÉLO; GUERRA, 2007).

Os resultados para a luminosidade ( $L^*$ ),  $^{\circ}Hue$  e Croma da farinha do resíduo do suco de jabuticaba do presente estudo foram, respectivamente, 39,97; 24,4 e 12,59. A luminosidade ( $L^*$ ) ficou próxima à encontrada por Resende, Oliveira e Franca (2020), cuja luminosidade variou de 19,78 a 40,23 para farinhas feitas somente com as cascas de jabuticaba. No entanto, o ângulo ( $^{\circ}Hue$ ) encontrado por estes autores foi menor (8,58 a 21,47) e a saturação (croma) encontrada foi maior, variando de 16,19 a 26,40. Esta diferença sugere que a farinha feita somente de cascas de jabuticaba proposta por estes autores possuía intensidade maior de cor vermelha quando comparada com a desenvolvida no presente estudo, com resíduos do suco de jabuticaba.

Ferreira *et al.* (2020) também encontraram para farinha de casca de jabuticaba uma cor vermelha mais pura, intensa e mais escura quando comparada ao do presente estudo, apresentando os seguintes parâmetros:  $L^*$  (22,77);  $a^*$ (13,87);  $b^*$ (4,81) e Croma (14,68). Ressalta-se que a farinha desenvolvida neste estudo foi produzida com resíduos da fruta inteira liquidificada com água, contendo sementes e resíduos da despulpa, resultando, assim, de uma diluição prévia. Esta diluição, aliada ao processamento térmico pode ter contribuído para redução na intensidade da cor por degradação das antocianinas, conforme citado por Stringheta (1991), pois estes pigmentos, ao passarem por temperaturas superiores a 25°C e elevações de pH tendem a desestabilizar-se e comprometer a cor do fruto.

A umidade obtida da farinha desenvolvida neste estudo foi de apenas 5,67%, o que é um dado favorável, visto que a ANVISA permite um teor de umidade entre 5 e 15% (BRASIL, 2005) para o padrão de identidade e qualidade das farinhas. A umidade da farinha da casca de jabuticaba liofilizada obtida no estudo de Almeida *et*

*al.* (2020a) foi maior do que no presente estudo, mas dentro dos parâmetros recomendados, em torno de 10,57%. Em ambos, o teor de umidade demonstrou boa qualidade das farinhas obtidas, pois, acima de 15 %, Fernandes *et al.* (2018) alertaram sobre o risco de formação de grumos e perda na consistência para farinhas de modo geral, podendo prejudicar a incorporação destas em novos produtos alimentares.

A farinha de cascas de jabuticaba obtida por Ferreira *et al.* (2012) com 12% de umidade possibilitou a incorporação em cookies e boa aceitação sensorial, no entanto, Leite-Legatti *et al.* (2012) encontraram um valor levemente superior ao recomendado pela ANVISA, 15,33% em farinha da casca de jabuticaba, demonstrando valores superiores ao da farinha do resíduo do suco obtida no presente estudo.

O teor de cinzas, por se referir ao conteúdo de matéria inorgânica na amostra, tem um papel relevante na indústria de alimentos pois além de fornecer subsídios para detecção do conteúdo mineral, pode indicar possível contaminação com outros resíduos (FUJIL, 2015). No caso deste estudo, a farinha do resíduo do suco (FRS) apresentou, em média, um teor de cinzas de 1,59%, ligeiramente inferior a alguns reportados na literatura (2,7 a 5%). Este dado reforça a diferença entre cultivares, grau de maturação do fruto utilizado e metodologia empregada no processamento das farinhas, sendo a comparação realizada com estudos semelhantes, mas não com metodologias idênticas (ALMEIDA *et al.*, 2020a; DOS SANTOS *et al.*, 2020; INADA *et al.*, 2015; SIMÕES; SOARES; SILVA, 2017).

#### 4.2 TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES TOTAIS, ANTOCIANINAS TOTAIS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DA FRUTA INTEIRA (J) E FARINHA DO RESÍDUO DO SUCO DE JABUTICABA (FRS)

Os resultados das análises dos bioativos e potencial antioxidante *in vitro* da fruta inteira (J) e da farinha (FRS) foram expressos tanto em base úmida quanto em base seca. A expressão dos resultados em base úmida reflete o conteúdo de bioativos da amostra juntamente com a água naturalmente presente na mesma,

enquanto a expressão dos dados em base seca reflete o teor de bioativos na amostra no seu conteúdo isento de água. Na Tabela 3 são apresentados os teores de bioativos da jabuticaba inteira (J) e da farinha do resíduo do suco (FRS).

Tabela 3 - Fenólicos totais, Flavonoides totais e Antocianinas totais da Fruta Inteira (J) e Farinha do resíduo do suco de jabuticaba (FRS)

	Fruta inteira		Farinha do resíduo do suco	
	BU*	BS**	BU*	BS**
Fenólicos totais (mg eq. GAE/g)	13,73 <sup>b</sup>	124,12 <sup>a</sup>	69,62 <sup>a</sup>	73,81 <sup>b</sup>
Flavonoides totais (mg eq. catequinas/g)	6,98 <sup>b</sup>	93,57 <sup>a</sup>	43,93 <sup>a</sup>	46,57 <sup>b</sup>
Antocianinas totais (mg eq. cianidina-3-o-glicosídeo/g)	0,014 <sup>b</sup>	0,184 <sup>a</sup>	0,027 <sup>a</sup>	0,029 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborada pela Autora (2022).

Legenda: Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatística conforme Teste de Tukey. A comparação das médias foi realizada entre as mesmas em \*BU: base úmida e \*\*BS: Base seca.

O teor dos bioativos da fruta inteira (J) quando expressos em base úmida aparecem em menor valor pois a presença de água na mesma atuou diluindo os compostos. Comparando os dados deste estudo com outros da literatura, têm-se que o conteúdo de fenólicos totais da jabuticaba inteira e de flavonoides totais (tanto em base úmida como em base seca) foram superiores aos encontrados por Rufino *et al.* (2010) em seu estudo com frutos da família *Myrtaceae*. Tais autores obtiveram valores inferiores de flavonoides (1,47 mg eq. catequinas/g) e de fenólicos totais (4,40 mg eq. GAE/g) para jabuticaba inteira.

Inada *et al.* (2015) obtiveram valores inferiores de fenólicos totais (8,15 mg eq. GAE/g) na fruta inteira, variedade Sabará, e, mesmo nas cascas, onde há grande concentração de fenólicos, os valores foram inferiores (22,52 mg eq. GAE/g) ao do presente estudo. Inferiores também foram os teores de fenólicos totais encontrados por Seraglio *et al.* (2018) e por Betta *et al.* (2018), que obtiveram, respectivamente, para jabuticaba paulista sem as sementes, em média, 0,189 mg eq. GAE/g em base seca e para jabuticaba inteira, 15,1 mg eq. GAE/g de base seca, justificando o importante papel das sementes no teor de fenólicos totais.

As formas de extração dos compostos nem sempre são as mesmas, podendo levar a alterações no teor final de um componente ativo. Uma adaptação importante feita no presente estudo foi uma terceira extração em solução de acetona a 70%, o que pode ter extraído mais fenólicos das amostras.

O baixo teor de umidade da farinha não permitiu grande alteração na expressão dos dados entre base úmida e base seca e, embora os dados obtidos estejam em concordância com a literatura, variações no processamento certamente contribuem para diferenças entre farinhas obtidas por tecnologias diferentes. Resende, Oliveira e Franca (2020) encontraram em farinha elaborada somente com casca de jabuticaba paulista valores de fenólicos totais superiores aos do presente estudo (89 a 164 mg GAE/g). Já Seraglio *et al.* (2018) obtiveram valores inferiores, em média de 0,0189 mg GAE/g em base seca de farinhas somente de sementes de jabuticaba, também da espécie paulista.

Tais diferenças se explicam pelo fato da concentração de fenólicos ser maior na casca de jabuticaba do que nas sementes (INADA *et al.*, 2015). Isto comprova o fato dos valores do presente estudo se apresentarem nem tão altos quanto aos das farinhas feitas somente da casca e nem tão baixos quanto aos das farinhas elaboradas a partir de sementes.

O processamento da farinha também influencia no teor, visto que as farinhas da casca de jabuticabas liofilizadas atingiram níveis superiores de fenólicos (556,3 mg GAE/g) conforme o estudo de Leite-Legatti (2012), confirmando dados de que a liofilização é bastante eficaz na otimização da concentração de bioativos relevantes para a longevidade. Este fato pode ser explicado pela eficiência deste processamento, no qual consegue-se retirar otimizar a retirada de água da amostra, preservando e concentrando seus bioativos naturalmente presentes (BENNEMANN *et al.*, 2018).

Almeida *et al.* (2020a) encontraram resultados inferiores ao do presente estudo para flavonoides totais em casca de jabuticaba paulista, em torno de 0,6 mg de eq. de catequinas/g em base úmida. As farinhas produzidas por secagem convectiva e liofilizada também apresentaram teores de flavonoides totais (1,01 e 1,23 mg de GAE/g) abaixo dos encontrados para a farinha do presente estudo.

Silva (2018) obteve um teor de flavonoides totais em jabuticabas ponhema ou paulista que variou de 0,42 a 0,87 mg eq. de catequinas/g de amostras em base úmida, dados bem diferentes dos encontrados, por terem sido removidas as sementes, as quais contribuem no teor destes bioativos. Para fenólicos totais, a faixa também foi inferior, entre 3,81 a 4,34 mg GAE/g em relação ao presente estudo.

A farinha do resíduo de suco integral de jabuticaba, por esmagamento e esgotamento final da fruta e sem sementes obtida por Dos Santos *et al.* (2020) apresentou características mais próximas às do presente estudo quanto ao teor de fenólicos (54,10 mg GAE/g), porém ainda com níveis inferiores.

Storck *et al.* (2016) obtiveram, para farinha do resíduo de suco integral de uva, um teor de 38,05 mg eq. GAE/g. Ressalta-se que a uva é uma fruta bastante reconhecida por seu potencial funcional e sua farinha já é largamente comercializada. No entanto, a farinha do resíduo do suco de jabuticaba apresentou cerca do dobro de fenólicos totais (73,81 mg eq. GAE/g) quando comparada à da uva.

O perfil de fenólicos da jabuticaba se diferencia do perfil da uva pela maior quantidade de ácido gálico (5,07 mg/10g em jabuticaba e 0,4 mg/10g na uva), importante bioativo na captura de radicais livres, demonstrando que a jabuticaba tende a ser um alimento promissor para reutilização de resíduos e incorporação dos mesmos para enriquecimento nos alimentos (WU *et al.*, 2012).

O teor de antocianinas apresentou-se baixo em relação ao esperado para fruta inteira e em relação aos dados da literatura. A média encontrada no presente estudo foi respectivamente, em base úmida e seca, 0,014 e 0,184 mg de eq de cianidina-3-o-glicosídeo/g. Tal valor foi inferior aos relatados na literatura, onde, para a fruta inteira, em base úmida, foram reportados, em média, 0,58 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo/g. Já em base seca os valores médios ficaram entre 2,8 a 13,04 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo/g (INADA *et al.*, 2015; RESENDE; OLIVEIRA; FRANCA, 2020; RUFINO *et al.*, 2010; SERAGLIO *et al.*, 2018).

Embora a maioria das antocianinas sejam hidrossolúveis, extratos etanólicos e metanólicos têm sido eficientes na sua extração, como pode ser visto no estudo de Lenquiste *et al.* (2015), que comparou a extração de antocianinas em meio aquoso e metanólico para amostras de jabuticaba liofilizada, obtendo, respectivamente, em torno de 4,04 e 6,30 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo/g de amostra, valores estes bem acima dos encontrados no presente estudo para a farinha do resíduo do suco de jabuticaba (maior média em base seca de 0,029 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo/g).

Biasi, Huber e Barreto (2022) compararam diferentes tipos de extração de

antocianinas totais em frutas frescas e farinha de mirtilos e obtiveram, como melhor extrator, a solução etanólica acidificada a um pH de 2,5, conseguindo níveis excelentes de antocianinas totais, 15,38 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo para cada grama de fruta e 31,01 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo para cada grama de farinha. Nunes Mattos *et al.* (2022) encontraram valores superiores de antocianinas em extratos etanólicos da casca de jabuticaba, confirmando a eficiência do etanol na extração das mesmas. Para análises e estudos futuros, a extração etanólica acidificada pode ser uma boa opção para otimizar os dados sobre antocianinas da jabuticaba.

Portanto, verificou-se que a fruta inteira (J) e farinha do resíduo do suco (FRS) obtiveram valores superiores ou próximos aos da literatura para fenólicos totais e flavonoides totais, exceto quando se comparou a estudos que exploraram somente as cascas ou sementes, uma vez que tais frações concentram tais bioativos.

A atividade antioxidante de frutas e seus subprodutos são relevantes quando se trata de prevenção do risco de doenças, saúde e longevidade, pela presença de fitoquímicos doadores de elétrons que minimizam os danos de radicais livres (KANDEMIR *et al.*, 2022). Diante disso, determinou-se a expressão *in vitro* do potencial antioxidante da jabuticaba inteira (J) e da farinha do resíduo do suco (FRS), conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Potencial antioxidante da jabuticaba inteira (J) e farinha do resíduo do suco de jabuticaba (FRS) pelos métodos ABTS e DPPH

	ABTS (mg de eq. Trolox/g)		DPPH (mg de eq. Trolox/g)		Índices*	
	BU	BS	BU	BS	PAOXI	FLAOXI
Fruta inteira (J)	15,14 <sup>b</sup>	202,93 <sup>a</sup>	71,17 <sup>b</sup>	954,02 <sup>a</sup>	1,17	2,27
Farinha do resíduo do suco (FRS)	75,39 <sup>a</sup>	79,92 <sup>b</sup>	557,22 <sup>a</sup>	590,72 <sup>b</sup>	1,09	1,73

Fonte: Elaborada pela Autora (2022).

Legenda: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística ( $p < 0,05$ ), conforme teste de Tukey. \*Índices PAOXI e FLAOXI: potencial antioxidante ABTS base seca/fenólicos e flavonoides (valores expressos na Tabela 3).

Os compostos fenólicos são os grandes responsáveis pelo potencial antioxidante de vegetais e, devido a considerável umidade da jabuticaba, tal capacidade se mostrou aumentada quando expressa em base seca, pois, deste modo, ocorre uma concentração destes bioativos.

O potencial antioxidante da fruta inteira pela metodologia ABTS+ e DPPH, em base seca, foi maior do que o obtido para jabuticaba por Rufino *et al.* (2010), que encontraram, em média, 37,5  $\mu\text{mol Trolox/g}$ . Estes mesmos autores encontraram, para uvaia (18  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ), mangaba (14,6  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ) e açaí (15,1  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ), valores mais próximos aos da jabuticaba expressos em base úmida no presente estudo (15,14  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ).

Neves *et al.*, (2021) encontraram valores inferiores ao do presente estudo, quando comparado ao obtido pela captura do radical ABTS em base seca. Os autores obtiveram para a casca (45,47  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ), para a polpa (61,51  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ) e sementes (53,80  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ). Já Silva (2018) encontrou valores de potencial antioxidante também menores em relação ao presente estudo tanto para jabuticaba paulista (9,12  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ) como para jabuticaba cabinho (5,73  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ). Tais comparações demonstram uma eficiente extração de bioativos ligados à capacidade antioxidante, apontando a farinha obtida neste estudo como promissora para utilização como alimento funcional.

Halliwell (1996) atribuiu o efeito antioxidante dos vegetais a três grandes grupos de bioativos: o ácido ascórbico e a grande classe de fenólicos, ambos como agentes hidrofílicos e aos carotenoides como agentes antioxidantes lipofílicos. Desta forma, como demonstrado em estudos como o de Rufino *et al.* (2010) e Inada *et al.* (2015), a jabuticaba possui bons teores de vitamina C variando de 8,6 a 238 mg/100mL, o que pode influenciar na capacidade antioxidante total da fruta.

Vale citar, também, a presença de tocoferóis na jabuticaba, que, segundo Albuquerque *et al.* (2019), estão em torno de 1,71mg/100g da fruta, contribuindo para o seu potencial antioxidante. Estes dados nos dão subsídios para entender que há possivelmente um sinergismo entre fenólicos, flavonoides, vitamina C e carotenoides no potencial antioxidante exercido pela jabuticaba. Este sinergismo pode explicar a maior sensibilidade do método DPPH, que demonstrou um potencial antioxidante com valores superiores ao encontrado pelo método ABTS, pois pode ter sido reduzido por outros compostos fitoquímicos presentes na jabuticaba (DALLABONA *et al.*, 2020).

O potencial antioxidante da farinha do resíduo do suco de jabuticaba (FRS) quando comparado a dados da literatura, demonstra a sensibilidade desta

bioatividade ao processamento e tipo de extração. Lenquiste *et al.* (2015) encontraram valores muito superiores de potencial antioxidante em extratos metanólicos (194,95  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ) e aquosos (223,10  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ) de casca de jabuticaba liofilizada pelo método ABTS.

Todavia, a capacidade antioxidante da farinha do presente estudo, obtida pelo método DPPH, tanto em base úmida como em base seca, superou a capacidade antioxidante de vários ensaios, inclusive o de Dallabona *et al.* (2020), que analisaram a atividade antioxidante de extrato encapsulado de jabuticaba, obtendo 344,7  $\mu\text{mol Trolox/g}$  pelo método DPPH.

No que diz respeito ao potencial antioxidante da farinha do resíduo do suco de jabuticaba elaborada no presente estudo, uma comparação pode ser feita com as cascas e sementes de jabuticaba liofilizadas analisadas por Inada *et al.* (2020b), onde os valores encontrados para o potencial antioxidante foram superiores (1880  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ), apontando a liofilização como importante processo de concentração de bioativos e conseqüentemente aumento da capacidade antioxidante. Entretanto, a jabuticaba paulista inteira analisada no presente estudo apresentou um bom desempenho pelo método DPPH em base seca (954,02  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ), contribuindo para qualificação da matéria prima utilizada.

Valores mais próximos (80  $\mu\text{mol Trolox/g}$ ) ao deste estudo pelo método ABTS foram encontrados para farinha de bagaço de uva proveniente do estudo de Beres *et al.* (2019). A farinha do resíduo do suco de jabuticaba (FRS) apresentou, em média, pelo método ABTS expresso em base seca, 79,92  $\mu\text{mol Trolox/g}$ , o que aproxima a capacidade antioxidante destas farinhas e reafirma que subprodutos da jabuticaba podem ser melhor explorados no contexto de alegação de propriedade funcional.

O índice de fenólicos antioxidantes (PAOXI) e índice de flavonoides antioxidantes (FLAOXI) indicam o quanto do potencial antioxidante é exercido pelos fenólicos e flavonoides, respectivamente. Vinson *et al.* (1998) complementam que este índice aponta dados tanto da qualidade como da quantidade de bioativos com efeito antioxidante na amostra. O maior índice fornece informação de maior bioatividade daquele composto em relação à captura de elétrons.

No presente estudo, tanto para a jabuticaba inteira (J) quanto para a farinha do resíduo do suco, os índices FLAOXI, respectivamente, 2,27 e 1,73 apontaram

uma maior contribuição dos flavonoides no potencial antioxidante, quando calculado pelo valor do ABTS. Os índices PAOXI (fenólicos antioxidantes) apresentaram menores valores (1,17 e 1,09), demonstrando que, dos compostos bioativos analisados, os flavonoides contribuíram de forma mais eficaz nesta atividade.

Embora os autores não tenham expressado estes dados, ao se analisar os fenólicos totais e potencial antioxidante da farinha de jabuticaba do estudo de Dos Santos *et al.* (2020), o índice antioxidante de fenólicos ficaria em torno de 0,46 e seria ainda menor que o do presente estudo.

Fortes *et al.* (2020) encontraram um índice PAOXI para a farinha de semente de abóbora de 15,55. Entretanto, no mesmo estudo, os maiores teores de potencial antioxidante e fenólicos totais foram vistos na farinha de casca de banana, dados estes que confirmam que os fenólicos da farinha de semente de abóbora, embora em menores quantidades, foram mais eficientes na ação antioxidante e por isso exibiram um maior índice.

O índice antioxidante de fenólicos também foi utilizado em diferentes tipos de arroz por Pacheco *et al.* (2020), com bastante variação entre os tipos (0,67 a 10,25) e sugeriram que o processamento térmico e secagem poderiam ter alterado as amostras, elevando o nível de bioativos e potencial antioxidante, podendo ser uma justificativa para o excelente potencial antioxidante observado na farinha do resíduo do suco (FRS) pelo método DPPH.

Ressalta-se, finalmente, que a farinha obtida no presente estudo foi resultante de resíduo da fabricação de suco de jabuticaba liquidificado, o que pode justificar um menor potencial antioxidante (pelo método ABTS) em relação a outros estudos que utilizaram metodologias como liofilização, aquecimento e/ou pasteurização, visto que tais procedimentos podem aumentar a concentração de fenólicos e consequente aumento do potencial antioxidante (INADA *et al.*, 2015; NEVES *et al.*, 2021; RUFINO *et al.*, 2010; WU *et al.*, 2012;).

Ainda pode-se considerar que a variação no potencial antioxidante entre os estudos resulta, inclusive, do grau de maturação do fruto, espécie, armazenamento ou qualquer fator que possa afetar os componentes responsáveis pela captura de radicais livres, como flavonoides, taninos, antocianinas, vitamina C e carotenoides (SILVA, 2018).

Esta etapa do trabalho visou reafirmar a importância da jabuticaba em relação a presença de bioativos como forma de incentivar seu aproveitamento no campo da ciência e tecnologia dos alimentos, além de salientar que o conteúdo dos bioativos analisados variaram consideravelmente entre os autores, de acordo com as frações analisadas da fruta e metodologias de extração.

Extrapolando os dados de ensaios *in vitro* para os efeitos potenciais dos fenólicos e flavonoides na saúde, tem-se que uma ingestão destes bioativos está inversamente relacionada a dados de mortalidade por doenças cardiovasculares e câncer (BONDONNO *et al.*, 2019). Esta questão foi discutida por Proshkina *et al.* (2020), ao reunirem em sua revisão estudos que apontaram os polifenóis, incluindo flavonoides como importantes antioxidantes protetores de DNA e da senescência celular.

Assim, a incorporação de resíduos da jabuticaba através de tecnologias que permitam ao consumidor acesso a estes bioativos não somente por meio da fruta fresca, mas por meio de novos modelos alimentares, como a farinha desenvolvida neste estudo, parece contribuir para promoção da saúde e longevidade.

#### 4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DAS FORMULAÇÕES DE BEBIDAS VEGETAIS COM JABUTICABA E AVEIA

As formulações (F1 a F7), apresentando diferentes concentrações de extrato de aveia, suco de jabuticaba, água e acrescidas ou não de cultura láctica Bio Rich® apresentaram diferença entre si para os parâmetros físico-químicos, exceto para o valor de  $b^*$ . Este, segundo Ferreira e Spricigo (2017), em colorimetria, indica a variação entre as cores amarela e azul.

A Tabela 5 representa o resultado das médias obtidas para o pH, sólidos solúveis, acidez titulável e para os parâmetros colorimétricos ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $h$  e Cromo).

Tabela 5 - Parâmetros físico-químicos das formulações de bebidas elaboradas com jabuticaba e aveia

Formulações-teste	pH	Sólidos solúveis (°B)	Acidez titulável (% ác. cítrico)	L*	a*	b*	°h	Croma
F1 (50% extrato de aveia, 50% água, sem cultura láctica)	4,25 <sup>b</sup>	1,61 <sup>b</sup>	0,08 <sup>e</sup>	62,53 <sup>ab</sup>	2,02 <sup>e</sup>	10,13 <sup>a</sup>	77,37 <sup>a</sup>	10,37 <sup>d</sup>
F2 (50% extrato de aveia, 50% água, com cultura láctica)	5,24 <sup>a</sup>	1,63 <sup>ab</sup>	0,04 <sup>f</sup>	64,38 <sup>a</sup>	1,25 <sup>e</sup>	10,72 <sup>a</sup>	83,50 <sup>a</sup>	10,80 <sup>cd</sup>
F3 (100% suco de jabuticaba, sem cultura láctica)	3,23 <sup>e</sup>	1,64 <sup>a</sup>	0,53 <sup>a</sup>	42,55 <sup>d</sup>	19,17 <sup>a</sup>	11,65 <sup>a</sup>	31,22 <sup>e</sup>	22,45 <sup>a</sup>
F4 (100% suco de jabuticaba, com cultura láctica)	3,29 <sup>de</sup>	1,63 <sup>ab</sup>	0,52 <sup>a</sup>	36,65 <sup>d</sup>	15,77 <sup>b</sup>	9,53 <sup>a</sup>	30,95 <sup>e</sup>	18,45 <sup>b</sup>
F5 (50% extrato de aveia, 50% suco de jabuticaba, com cultura láctica)	3,68 <sup>cd</sup>	1,62 <sup>ab</sup>	0,28 <sup>b</sup>	52,52 <sup>c</sup>	10,11 <sup>c</sup>	9,93 <sup>a</sup>	44,52 <sup>d</sup>	14,19 <sup>c</sup>
F6 (50% extrato de aveia, 35% suco de jabuticaba, 15 % de água, com cultura láctica)	3,94 <sup>bc</sup>	1,62 <sup>ab</sup>	0,19 <sup>c</sup>	56,42 <sup>bc</sup>	7,83 <sup>cd</sup>	10,28 <sup>a</sup>	53,14 <sup>c</sup>	12,96 <sup>cd</sup>
F7 (50% extrato de aveia, 20% suco de jabuticaba, 30 % de água, com cultura láctica)	4,18 <sup>b</sup>	1,63 <sup>ab</sup>	0,11 <sup>d</sup>	57,50 <sup>bc</sup>	5,83 <sup>d</sup>	10,48 <sup>a</sup>	60,78 <sup>b</sup>	12,03 <sup>cd</sup>

Fonte: Elaborada pela Autora (2022).

Legenda: Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre as médias ( $p < 0,05$ ), conforme Teste de Tukey.

Para a variável pH, observou-se que as maiores médias (5,24 e 4,25) foram encontradas nas formulações F2 e F1, as quais não continham suco de jabuticaba. Houve diferença significativa entre elas, sendo a média da F2 maior do que a da F1. Uma vez que a F2 continha cultura lática, espera-se que, pela ação das bactérias probióticas, o pH seja menor, no entanto, Maldonado *et al.* (2017) sugerem que esta queda do pH pode ocorrer, dependendo da cultura empregada e da qualidade da matriz alimentar, até 24 horas. Este fato pode explicar a diferença encontrada entre os valores de pH em F2 e F1.

Observou-se, também, uma redução do pH conforme a maior presença do suco de jabuticaba e um aumento conforme adição de aveia. A menor média de pH foi encontrada para o suco puro de jabuticaba sem acréscimo de cultura lática (F3).

A amostra F3, contendo suco puro de jabuticaba sem a inclusão da cultura, apresentou um pH de 3,22, sendo o mais baixo de todos e não se diferiu significativamente da F4 (3,29), que tinha a inclusão da cultura como quesito de diferença. Apesar da cultura lática promover uma acidificação no pH e consequente diminuição, este fato não ocorreu no presente estudo, o que é sugestivo de ausência de atividade microbiana por parte dos probióticos empregados.

Não houve diferença significativa entre o pH das formulações F4 (100% de suco de jabuticaba, com cultura lática) e F5 (50% de extrato de aveia, 50% de suco de jabuticaba com cultura lática), sendo que o pH da última (3,68) se apresentou próximo ao encontrado por Fonseca, Carvalho e Viana (2021), para polpa de jabuticaba com finalidade de produção de sucos (pH entre 3,55 e 3,89). Geraldi *et al.* (2021) observaram um aumento de pH de 3,43 para 3,46 em sucos de jabuticaba após 30 dias de estocagem, valores estes próximos aos do presente estudo.

Fidelis *et al.* (2021) incorporaram extrato de semente de jabuticaba a bebida probiótica obtendo uma faixa de pH em torno de 4,0 e boa viabilidade de bactérias láticas. Apenas na F7 (pH 4,18), que também continha jabuticaba (20% de suco), mas na menor proporção dentre todas, este pH conseguiu se manter superior a 4, comprovando a característica ácida da fruta sendo mantida nas formulações que as continham. Valores mais próximos a este foram vistos no fermentado de Kefir adicionado de polpa de jabuticaba, onde o pH médio das formulações ficou em torno de 4,05 e em leite fermentado de aveia, onde o pH médio ficou entre 4 e 5 (DEMIR;

SIMSEK; YILDIRIM, 2021; DESTRO *et al.*, 2019).

A faixa de pH mais baixa dificulta a viabilidade de culturas probióticas, como as de *Lactobacillus acidophilus* presentes no Bio Rich® (CAPURSO, 2019; FERREIRA, 2018). Entretanto, baixos valores de pH conferem estabilidade aos bioativos importantes nesta matéria-prima, como as antocianinas (BARROS *et al.*, 2019). Essa redução do pH é esperada ao longo do tempo de fermentação, o que pode favorecer a sobrevivência de estirpes probióticas mais resistentes a pH mais baixos, como é o caso de algumas estirpes de *Lactobacillus sp* com consequente eliminação de bactérias patogênicas (CHAN; TOH; LIU, 2021; PRASAD *et al.*, 1998).

Longos tempos de fermentação tendem a acumular muito ácido láctico, reduzir o pH e influenciar negativamente na aceitação de bebidas vegetais probióticas, porém a otimização da eliminação de bactérias patogênicas seria um ponto positivo de bebidas mais ácidas (DOS SANTOS FILHO *et al.*, 2018).

Oliveira (2018) encontrou valores em torno de 3,5 de pH em sucos mistos de manga e cenoura fermentados por diferentes estirpes de probióticos, entretanto a viabilidade entre eles variou de acordo com a resistência a esse pH baixo, possível presença de oxigênio por se tratar de bactérias anaeróbicas e esgotamento de açúcares fermentáveis. Ressalta-se que nenhuma bebida recebeu adição de açúcar, apenas stévia. Já Maldonado *et al.* (2017) verificaram uma queda no pH (4,5 para 3,5) nas primeiras 24 horas de fermentação com bactérias ácido lácticas em sucos mistos de frutas tropicais e atribuíram as quedas mais bruscas de pH a maior eficiência no crescimento de probióticos, ou seja, nas amostras com redução de pH provavelmente houve maior atividade microbiana.

Por conseguinte, os valores de pH são importantes indicativos da possibilidade ou não de adaptação dos probióticos à matriz alimentar e o valor nas formulações decresceu, mesmo que em pequena proporção, conforme aumentou-se a concentração de suco de jaboticaba neste estudo. Os valores de pH podem participar não só da viabilidade probiótica, mas exercem influência na cor, principalmente quando a cor é alterada pela presença de antocianinas. Em contrapartida, há possibilidade de bom desempenho probiótico em matrizes ácidas, por meio de adaptação das bactérias por exposição sucessiva a pH mais baixos (DA SILVA *et al.*, 2019; SANTOS, 2021).

Não houve diferença significativa entre F1, F6 e F7, ou seja, a inclusão de até 50% de suco de jabuticaba, estatisticamente, não altera os valores de pH. Ao se comparar F6 e F7 com a F1, que contêm somente 50% aveia e não contêm cultura, verifica-se que em relação ao pH não houve diferença significativa, ou seja, é possível incluir suco e manter o pH semelhante ao da bebida com somente aveia e sem cultura láctica. Também não houve diferença entre F4(100% suco com cultura láctica) e F5 (50% suco e 50% aveia e cultura láctica) e também são significativamente iguais F5 e F6 (50% extrato de aveia, 35% suco de jabuticaba, com cultura láctica). Portanto, o acréscimo de no máximo 35% de suco possibilitou uma média de pH em torno de 3,94, o que poderia favorecer o desenvolvimento de culturas probióticas além de ser fonte de bioativos, como as antocianinas.

Para o parâmetro de sólidos solúveis, a F1 (formulação 1: 50% de extrato de aveia, 50% de água, sem cultura láctica) e F3 (100% suco de jabuticaba sem adição de cultura láctica) diferiram significativamente entre si, sendo o teor de sólidos solúveis ligeiramente maior na F3. Nas demais formulações, não se constatou diferença entre as mesmas e nem em relação à F3 e F1.

Para a acidez titulável, expressou-se os dados em g de ácido cítrico/100 mL ou % de ácido cítrico por ser o ácido orgânico predominante na jabuticaba (LIMA *et al.*, 2011) e obteve-se resultado bastante coerente com o resultado do pH, sendo que as formulações menos ácidas foram as compostas apenas por aveia e água sem e com cultura láctica (F1 e F2) e as mais ácidas foram as compostas apenas por suco de jabuticaba sem e com a presença de culturas lácticas (F3 e F4). As demais formulações tiveram sua acidez acompanhando o percentual de suco de jabuticaba: quanto maior a concentração de suco, maior a acidez titulável.

De maneira geral, todas as formulações ficaram com acidez titulável e Brix° (sólidos solúveis) menores do que os dados observados na literatura, tanto para bebidas à base de jabuticaba quanto para as formulações de bebidas mistas. No presente estudo, a F3 (suco puro de jabuticaba) representou o maior valor médio de acidez (0,525%). Estudos com sucos puros de jabuticaba, sem adição de água refletiram uma acidez titulável em torno de 1,35 a 2,98 % de ácido cítrico. Já para os sólidos solúveis, valores de Brix° chegaram a 26,76 com extração de suco por fervura. Valores mais baixos de acidez titulável foram encontrados na literatura para

bebidas probióticas mistas (0,1 a 0,3%) acrescidas de soja e amêndoas, que certamente contribuíram para sua redução (BETETO, 2015; BOESSO *et al.*, 2020; CHAVAN *et al.*, 2018).

Valores mais baixos de acidez titulável e, portanto, mais próximos a este estudo, entre 0,47 e 0,5 g de ácido cítrico/100 mL de bebida, foram encontrados por De Oliveira Ribeiro *et al.* (2020) em blends probióticos de banana, jussara e morango. O pH (em média 5,0) e o Brix° (em média 11,0) não diferiram ao longo da fermentação. O valor bem inferior de Brix° no presente estudo se deve às características da jabuticaba e às concentrações maiores de água utilizadas. Vale ressaltar que os autores acima citados utilizaram matrizes vegetais mais ricas em açúcares e polpas bem concentradas, resultando em maior teor de sólidos solúveis e maior pH.

Geraldi *et al.* (2021) estudaram a estabilidade de sucos de jabuticaba submetidos a alta pressão e pasteurização. Os maiores valores de pH e Brix° durante o armazenamento ficaram em torno de 3,51 e 8,13, respectivamente. Mesmo utilizando as mesmas proporções entre jabuticaba e água do presente estudo, vale ressaltar que para a elaboração das bebidas e do suco puro, o suco foi coado e posteriormente pasteurizado, enquanto os autores supracitados utilizaram cascas e sementes, justificando os maiores valores para Brix°.

Os valores mais baixos de sólidos solúveis refletem duas condições importantes nas formulações deste estudo: a ausência de açúcar e o fato de todas as amostras terem sido acrescidas de água em algum momento do processamento, seja para diluição do suco ou hidratação da aveia. Mesmo com adição de água, o fermentado de kefir e polpa de jabuticaba de Destro *et al.* (2019), superou a acidez das formulações deste estudo, variando de 2,05 a 2,18% de ácido cítrico e uma bebida probiótica à base de soja (VOSS *et al.*, 2021) chegou a apresentar um teor de sólidos solúveis de 9,8 (BRIX°), com comportamento de declínio ao longo da fermentação, sugerindo utilização dos açúcares pelas bactérias empregadas. Estes autores detectaram o aparecimento de ácidos, como o láctico e redução dos açúcares, como frutose, por meio da ação de bactérias na matriz alimentar.

Estudos utilizando grãos e cereais como matrizes para fermentação em bebidas, têm apresentado resultados satisfatórios na viabilidade das bactérias

láticas e, bebidas vegetais fermentadas à base de cereais, como aveia têm apresentado parâmetros físico-químicos favoráveis para fermentação, com valores de pH maiores, em torno de 4,82 a 4,9 e baixa acidez titulável (0,33 a 0,45%), condições estas favoráveis à adaptação das bactérias e consequente fermentação (DURU *et al.*, 2019; MURARO, 2016). Características semelhantes a estes parâmetros físico-químicos só foram vistas, no presente estudo, nas formulações F1, F2 e F3, todas com maior concentração de extrato de aveia.

A análise colorimétrica das formulações de bebidas apresentou também uma conformidade em relação à concentração do suco de jabuticaba e diferença entre as formulações. Os pigmentos antociânicos são responsáveis pela cor da jabuticaba, desta forma, os parâmetros L\* de luminosidade decresceram conforme aumentou-se a concentração de jabuticaba, pois as maiores médias de luminosidade (64,38 e 62,53) foram encontradas na F2 (extrato de aveia, água e probiótico) e F1 (apenas extrato de aveia e água, sem probiótico), sendo as mais claras e não diferindo significativamente entre si. Nestas amostras já esperava-se características de maior luminosidade e com pequenos valores de a\* pela coloração mais clara da aveia, estando em conformidade com dados da literatura (DEMIR; SIMSEK; YILDIRIM, 2021; DURU *et al.*, 2019).

Os dados de luminosidade encontrados por Boesso *et al.* (2020) foram menores em suco de jabuticaba extraídos por fervura e não fermentados quando comparados às bebidas deste estudo, apresentando, maior média de L\* em torno de 19,35, o que comprova que a maior diluição em água e presença de aveia no presente estudo provocou o aumento dos valores L\* e, portanto, resultou em amostras mais claras.

Para o parâmetro a\*, a formulação F3 (100% de suco de jabuticaba com cultura probiótica) apresentou a maior média, diferindo-se das demais e apontando uma característica cor vermelha. Tal amostra teve diferença significativa em relação à F4, cuja diferença foi o acréscimo de cultura lática. Geraldi *et al.* (2021) encontraram valores parecidos para a\* em sucos de jabuticaba (18,76 a 20,55) quando comparados à formulação F3 do presente estudo.

A formulação F5 (50% extrato de aveia, 50% suco de jabuticaba, com cultura lática) também se diferiu das demais, ficando com a terceira maior média em relação

à cor vermelha. As formulações F6 e F7 não diferiram entre si em relação a este parâmetro enquanto, F1 e F2, sem adição de suco de jabuticaba, apresentaram, sem diferença entre si, as menores médias, pois não contém pigmentos característicos de cor vermelha, como as antocianinas

As formulações não apresentaram diferenças entre si pelo parâmetro  $b^*$ , contudo, estes valores pouco somaram subsídios na cor das amostras, uma vez que visivelmente nenhuma delas tinha característica de tons amarelos nem azuis. Entretanto, para o ângulo  $^{\circ}Hue$ , as formulações F3 e F4 não diferiram significativamente entre si, observando o mesmo para a F1 e F2. As formulações F5, F6 e F7 apresentaram diferenças entre si e entre as demais formulações. Para este parâmetro, as formulações F3 e F4 apresentaram maior tonalidade de cor vermelha (menores valores de ângulo  $^{\circ}Hue$ ), pela presença do suco de jabuticaba, enquanto F1 e F2, com maiores valores de ângulo  $^{\circ}Hue$ , demonstraram tonalidade diferente das demais. Para as demais formulações, a intensidade da cor ficou maior conforme o acréscimo de suco de jabuticaba.

Em relação à pureza ou intensidade da cor, os valores de croma apontaram a F3 como a formulação de cor mais intensa, diferindo-se significativamente das demais. Para este parâmetro, a redução da concentração do suco de jabuticaba levou a valores menores, indicando perda na intensidade da cor vermelha. A formulação F4 também se diferiu das demais, ficando com a segunda maior média para os valores de croma. F5, F6 e F7 não diferiram entre si e a F2 não se diferiu da F5, F6 e F7, entretanto, apresentou diferença entre a F1, que ficou com a menor média na intensidade da cor. O menor ângulo  $^{\circ}Hue$  (31,27), o maior valor de croma (22,45) e maior média para o parâmetro  $a^*$  (15,76) foram observados na F3 (suco de jabuticaba puro, sem probiótico), demonstrando uma característica de cor mais vermelha e intensa nesta amostra.

Martins *et al.* (2021) avaliaram as mudanças de coloração de suco de jabuticaba em função da degradação das antocianinas ao longo do tempo. Evidenciaram que a perda destes compostos durante o armazenamento afetou diretamente a cor, provocando quedas no parâmetro  $a^*$  e  $b^*$ , mas mantendo o tom arroxeado. Quando se compara estes dados às formulações deste estudo, fica clara a participação da jabuticaba na intensidade e cor vermelha das amostras.

Boesso *et al.* (2020) encontraram  $^{\circ}Hue$  entre 28,19 e 57,90, ou seja, os sucos mantiveram uma coloração bem característica de suco de jabuticaba. Em contrapartida, os valores de  $^{\circ}Hue$  no presente estudo enquadraram as amostras mais concentradas em suco de jabuticaba (F3, F4, F5, F6) na cor vermelho mais intensa.

Beteto (2015) observou que os fenólicos de suco de jabuticaba são alterados durante a simulação da digestão *in vitro*, onde em pH mais baixos, a mudança na estrutura de antocianinas favorece a intensidade da cor vermelha. Isto pode ser extrapolado para refletir o resultado da cor das bebidas, pois no presente estudo, tem-se que as amostras com menores pH (F3, F4, F5) tiveram também a maior concentração de suco de jabuticaba e maiores valores de  $a^*$  (19,16; 15,76 e 10,11, respectivamente) e maiores valores de Cromo (22,45; 18,45 e 14,18).

O pH se torna variável importante nos parâmetros de cor, pois em pH baixo, por volta de 2, as antocianinas se apresentam na forma de cátion flavílio, que apresenta cor vermelha. Com o aumento do pH, ocorre uma hidratação deste cátion e ele passa para a forma chamada carbinol, que é incolor. O aumento sucessivo de pH e ação de tratamento térmico transformam o carbinol em chalcona, que já tende para a cor amarelada (CAVALCANTI *et al.*, 2011; DA SILVA *et al.*, 2019;).

Destro *et al.* (2019) encontraram valores de  $L^*$  (24,78 a 28),  $a^*$ (3,52 a 7,54) e  $b^*$  (3,07 a 10,4) para bebidas fermentadas com kefir acrescidas de diferentes concentrações de jabuticaba bem diferentes das encontradas no presente estudo, sendo que os valores de  $a^*$  apenas se aproximaram aos valores deste parâmetro para as formulações sem jabuticaba (F1 e F2). As bebidas que continham alguma concentração do suco de jabuticaba (F3, F4, F5, F6, F7) apresentaram tonalidade vermelha mais forte, o que reflete a natureza do processamento e escolha das formulações, dificultando a comparação com formulações que receberam diferentes tecnologias e concentrações diferentes de ingredientes.

#### 4.4 TEOR DE FENÓLICOS TOTAIS, FLAVONOIDES TOTAIS, ANTOCIANINAS E POTENCIAL ANTIOXIDANTE DAS FORMULAÇÕES DE BEBIDAS COM JABUTICABA E AVEIA

O resultado da determinação de fenólicos totais de todas as formulações, expressos em mg de eq. GAE (ácido gálico) /mL de bebida, apontaram a F3 (100% suco de jabuticaba sem adição de cultura láctica) como a formulação que apresentou o maior conteúdo em fenólicos totais (25,57 mg de eq GAE/mL). Esta formulação se diferenciou estatisticamente da F4 e das demais formulações. As formulações F1, F2, F5, F6 e F7 não apresentaram diferença significativa entre si, conforme pode ser visto na Tabela 6.

Tabela 6 - Teor de bioativos das formulações de bebidas com jabuticaba e aveia

<b>Formulações-teste</b>	<b>Fenólicos totais (mg eq.GAE/mL)</b>	<b>Flavonoides totais (mg eq.catequinas/mL)</b>	<b>Antocianinas totais (mg eq.de cianidina-3-o-glicosídeo/mL)</b>
F1 (50% extrato aveia, 50% água)	0,163 <sup>c</sup>	0,034 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
F2 (50% extrato aveia, 50% água, c. láctica)	0,132 <sup>c</sup>	0,035 <sup>c</sup>	0,161 <sup>c</sup>
F3 (100 % suco de jabuticaba)	25,58 <sup>a</sup>	5,07 <sup>a</sup>	1,809 <sup>ab</sup>
F4 (100 % suco de jabuticaba, c. láctica)	4,36 <sup>b</sup>	3,887 <sup>ab</sup>	1,859 <sup>a</sup>
F5 (50% extrato aveia, 50% suco jabuticaba)	1,41 <sup>bc</sup>	2,263 <sup>b</sup>	0,901 <sup>abc</sup>
F6 (50% extrato aveia, 35% suco jabuticaba, 15% água, c. láctica)	1,13 <sup>bc</sup>	0,168 <sup>c</sup>	1,386 <sup>ab</sup>
F7 (50% extrato aveia, 20% suco jabuticaba, 30% água, c. láctica)	0,71 <sup>c</sup>	0,142 <sup>c</sup>	0,773 <sup>bc</sup>

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Legenda: Letras diferentes entre as formulações indicam diferença ( $p < 0,05$ ) entre as médias conforme teste de Tukey para cada bioativo analisado.

As menores médias para fenólicos totais foram observadas para as formulações F1, F2 e F7, sendo F1 e F2 constituídas apenas de extrato de aveia e F7 com apenas 20% de suco de jabuticaba, detectando a importância desta fruta na contribuição no teor destes bioativos nas formulações. A formulação 4 (F4: 100% suco de jabuticaba acrescido de cultura láctica) apresentou a segunda maior média para fenólicos totais (4,36 mg de eq. GAE/mL), mas bem inferior à do suco de jabuticaba puro sem probiótico e sem diferir da F5 (50% de extrato de aveia, 50% de suco de jabuticaba, com cultura láctica) e F6 (50% de extrato de aveia, 30% de suco

de jabuticaba, com cultura lática).

Embora os resultados da análise microbiológica sejam discutidos adiante, dados interessantes da literatura apontam que nem sempre a queda do teor de fenólicos durante a fermentação será acompanhada de queda na viabilidade das bactérias probióticas, pois as mesmas poderão estar utilizando o carbono destes compostos como fonte de energia mediante esgotamento de substrato (INADA *et al.*, 2020b). Entretanto, a própria abundância de fenólicos pode exercer uma atividade antimicrobiana, fazendo com que seus altos níveis possam vir a impedir ou cessar o crescimento dos probióticos (HASHEMI, JAFARPOUR, JOUKI, 2021), o que pode explicar essa queda no teor de fenólicos quando se comparou a F3 com a F4, cuja diferença no processamento foi apenas a adição de cultura lática mista na F4.

O suco integral de jabuticaba obtido por arraste a vapor e fervura, sem adição de água, no estudo de Boesso *et al.* (2020) apresentou médias para fenólicos totais (7,91 a 16,49 mg GAE/mL), sendo estes valores superiores a todas as formulações deste estudo, exceto para a F3. Tais autores verificaram uma eficiência em relação à liberação de fenólicos conforme aumentava-se o tempo de tratamento térmico. Entretanto, Perricone *et al.* (2015) relatou sobre uma possível liberação de fenólicos durante o aquecimento podendo vir a ser um prejuízo na sobrevivência das bactérias devido à ação antimicrobiana destes compostos.

O teor de fenólicos de suco fermentado de jabuticabas não branqueadas observado por De Oliveira *et al.* (2017) foi inferior (2,75 mg GAE/mL) ao observado na F3 (100% de suco de jabuticaba) e na F4 (100% de suco de jabuticaba acrescido de cultura lática). O tratamento térmico tende a romper a parede celular e expor composto antioxidantes, como os fenólicos, desta forma, para os sucos de jabuticabas branqueadas, os autores observaram um aumento na concentração de fenólicos totais (11,63 mg GAE/mL) mas ainda assim inferiores aos encontrados para a F3 e F4 do presente estudo.

Passos (2019) encontrou um teor de fenólicos totais (30,4 mg eq. GAE/mL) próximo ao da F3 (25,57 mg eq. GAE/ml) para sucos integrais de uva industrializados, demonstrando que a formulação F3 apresentou proximidade a um suco já largamente comercializado e difundido na indústria alimentícia por sua alegação de propriedade funcional.

Bontsidis *et al.* (2021) encontraram valores de fenólicos totais em suco fermentado de arônia (*chokeberry*) inferiores ao da F3 (8,5 mg GAE/mL) porém superiores aos das demais formulações deste estudo. Wang, Xie e Sun (2021) obtiveram teores de fenólicos (0,09 a 0,1 mg GAE/mL) mais próximos aos das formulações F1, F2 e F3, em suco de manga probiótico. De Sá *et al.* (2014) encontraram valores mais próximos aos das demais formulações deste estudo (1,1 mg GAE/mL) em fermentados alcoólicos de jabuticaba, demonstrando a interferência do tipo de matriz alimentar e processamento no teor destes bioativos.

Kumar, Kaur e Tomer (2020) encontraram, em bebida vegetal simbiótica mista contendo aveia, malte e água, um teor de fenólicos (0,64 mg eq. GAE/mL) próximo ao observado para a F7(50% extrato de aveia, 20% de suco de jabuticaba e 30% de água acrescidos de cultura láctica) e teores de antocianinas menores que de todas as formulações contendo suco de jabuticaba (0,028 eq. de cianidina-3-o-glicosídeo/mL).

As formulações F3 e F4 apresentaram as maiores médias para flavonoides totais (5,07 e 3,887 mg de eq de catequinas/mL), sem diferença significativa entre si, seguidas da formulação F5. Confrontando com dados da literatura, têm-se que o teor de flavonoides encontrado nas amostras contendo maiores concentrações de suco de jabuticaba foi superior ao encontrado por Passos (2019), que encontraram para suco integral de uva e suco integral de goiaba, respectivamente, os teores de 1,48 e 1,2 mg de eq. catequinas/mL, respectivamente. As formulações contendo suco de jabuticaba exibiram um perfil de flavonoides superiores também aos encontrados por Kwaw *et al.* (2018) para suco de amora puro e fermentado por três diferentes estirpes de lactobacilos (maior valor encontrado: 0,851 mg de eq. de catequinas/mL), o que comprova, independente da adição ou não de probióticos que o suco de jabuticaba é uma fonte considerável de flavonoides.

No estudo de Duru *et al.* (2019) as bebidas probióticas à base de aveia enriquecidas com isoflavonas demonstraram um teor de flavonoides semelhante ao da F4 (100% suco de jabuticaba com adição de cultura láctica), em torno de 3 mg/mL, porém, como fizeram a detecção dos flavonoides e apenas as isoflavonas acrescidas foram detectadas, concluíram que todo teor de flavonoides das amostras veio desta adição, não os expressando, portanto, em equivalentes de catequinas. O conteúdo de flavonoides das amostras contendo apenas extrato de aveia e menores

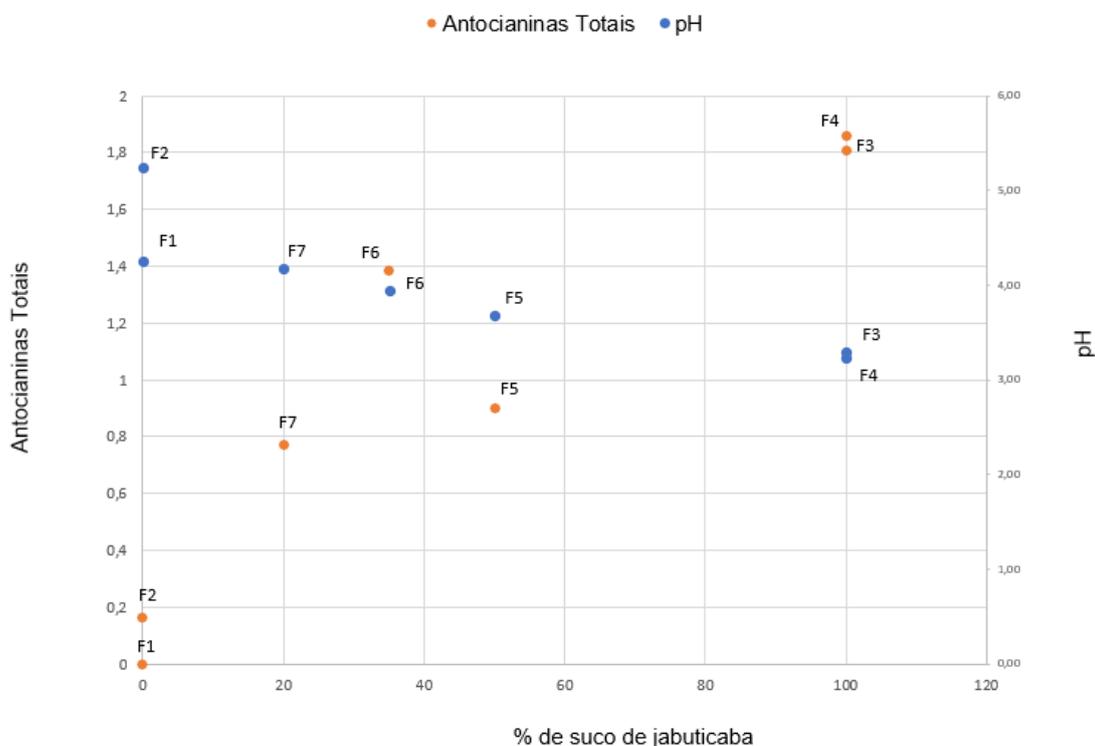
quantidades de suco de jabuticaba foram os menores, mais uma vez demonstrando a contribuição da jabuticaba.

Para as antocianinas totais, a maior média numérica foi encontrada na F4 (100% suco de jabuticaba acrescido de cultura lática), com valor de 1,86 mg eq. cianidina-3-o-glicosídeo/mL. Contudo, a mesma não diferiu das formulações F3, F5 e F6. A formulação F7 não apresentou diferença significativa entre a F5, F6 e F2. O processamento das bebidas envolveu diluição com água em várias etapas, como preparo do suco, extrato de aveia e o próprio acréscimo de água em algumas formulações, o que vai reduzindo a concentração de bioativos, como foi o caso das antocianinas.

Na amostra F1 (50% aveia e 50% água, sem adição de cultura lática) não foram detectadas antocianinas pelo método espectrofotométrico utilizado. Este resultado já era esperado pelo fato de não haver jabuticaba na formulação e pelo fato de antocianinas não serem bioativos característicos da aveia (MALANCHEN *et al.*, 2019; NEVES *et al.*, 2021).

A análise de antocianinas é bastante delicada, por se tratar de substâncias, conforme já mencionado anteriormente, bastante instáveis e susceptíveis à degradação, cuja estabilidade está fortemente afetada pelo pH, temperatura, presença de luz e reação com outras substâncias, como íons metálicos (CAVALCANTI *et al.*, 2011). No presente estudo, as amostras que apresentaram menores valores de pH (F3 e F4, por exemplo), foram as que também apresentaram maiores médias para antocianinas e maiores concentrações de suco de jabuticaba, conforme demonstrado na Figura 6.

Figura 6 - Teor médio de pH e antocianinas totais conforme a concentração de suco de jabuticaba nas formulações de bebidas fermentadas com jabuticaba e aveia



Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Legenda: Valor médio de antocianinas totais expressos em mg de cianidina-3-o-glicosídeo/mL de bebida.

Ferreira *et al.* (2020) encontraram um teor de antocianinas totais (0,102 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo/mL) menores que a maioria das formulações deste estudo, analisando bebidas isotônicas acrescidas de extratos de jabuticaba. A comparação com dados da literatura para esse parâmetro depende do tipo de bebida elaborada, concentrações de jabuticaba e métodos de extração das antocianinas.

Valores inferiores ao das formulações contendo suco de jabuticaba do presente estudo (F3 a F7) foram relatados para suco de jabuticaba com probióticos, onde o teor de antocianinas ficou entre 0,9 a 0,127 mg de eq de cianidina-3-o-glicosídeo/mL. Para estes mesmos sucos probióticos de jabuticaba, os valores de potencial antioxidante foram superiores aos das formulações do presente estudo, chegando a 2552,59 µg de Trolox/g. Estudos analisando bebidas mistas de frutas nativas, como araçá e jabuticaba também apresentaram teores ainda menores de

antocianinas, em torno de 0,09 mg de eq. de cianidina-3-o-glicosídeo/mL (CARLINE; SEVERO, 2018; DE OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Nas formulações analisadas, os valores das médias obtidas pelo método DPPH apontaram a maior média para a F1 (1,76  $\mu$ mol eq. Trolox/mL), que se diferenciou significativamente das demais. As demais formulações, de F2 a F7, para este método, não apresentaram, entre si, diferença significativa, conforme pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 - Potencial antioxidante das formulações de bebidas com jabuticaba e aveia

<b>Formulações-teste</b>	<b>ABTS (nmol eq. Trolox/ mL)</b>	<b>DPPH (nmol eq. Trolox/mL)</b>
F1 (50% extrato aveia, 50% água)	0,66 <sup>b</sup>	0,175954 <sup>a</sup>
F2 (50% extrato aveia, 50% água, c. lática)	0,63 <sup>b</sup>	0,000098 <sup>b</sup>
F3 (100 % suco de jabuticaba)	47,68 <sup>a</sup>	0,003191 <sup>b</sup>
F4 (100 % suco de jabuticaba, c. lática)	39,32 <sup>a</sup>	0,00206 <sup>b</sup>
F5 (50% extrato aveia, 50% suco jabuticaba)	8,89 <sup>b</sup>	0,008975 <sup>b</sup>
F6 (50% extrato aveia, 35% suco jabuticaba, 15% água, c. lática)	7,59 <sup>b</sup>	0,01009 <sup>b</sup>
F7 (50% extrato aveia, 20% suco jabuticaba, 30% água, c. lática)	5,60 <sup>b</sup>	0,00324 <sup>b</sup>

Fonte: Elaborado pela Autora (2022).

Legenda: Letras diferentes entre as formulações indicam diferença ( $p < 0,05$ ) entre as médias conforme teste de Tukey.

Os resultados da atividade antioxidante sugeriram uma menor sensibilidade pelo método DPPH, enquanto que, pelo método ABTS, as duas amostras mais concentradas em suco de jabuticaba (F3 e F4) obtiveram melhor potencial antioxidante (47,68 e 39,32  $\mu$ mol de eq. Trolox/mL, respectivamente) diferindo-se das demais formulações, mas não diferindo-se entre si. As formulações F3 e F4 por serem as mais concentradas em jabuticaba exibiram um potencial antioxidante superior às demais, confirmando dados importantes dessa bioatividade já relatados na literatura (INADA *et al.*, 2020a; NEVES *et al.*, 2021).

Uma mesma matriz alimentar pode sofrer oscilação em relação ao seu potencial antioxidante e níveis de bioativos durante a fermentação, o que pode ser explicado pela biotransformação que probióticos podem fazer nas moléculas bioativas. Uma dessas transformações pode ser a liberação de fenólicos que, por sua vez, sequestrarão mais radicais livres e aumentarão a sensibilidade antioxidante

de acordo com o método empregado (VALERO-CASES; NUNCIO-JÁUREGUI; FRUTOS, 2017).

Comparando essa atividade antioxidante das formulações com dados da literatura, pode-se observar que o potencial antioxidante de suco probiótico de jabuticaba ficou em torno de 186,2  $\mu\text{mol}$  de Trolox/ml, aumentando seu teor de acordo com processamento térmico, passando para 2552,59  $\mu\text{mol}$  de Trolox/mL no estudo de De Oliveira *et al.* (2017). Estes valores foram superiores ao do presente estudo, onde a maior média foi de 47,68  $\mu\text{mol}$  eq. Trolox/mL na formulação F3 pelo método ABTS.

A contribuição da fermentação no aumento do potencial antioxidante foi vista em bagaço de jabuticaba onde houve uma modificação no perfil de fenólicos favorável ao aumento do potencial antioxidante, contribuindo para a soma de evidências de que o resíduo industrial da jabuticaba utilizado como substrato de fermentação pode ser uma estratégia eficaz para fornecer bioativos para a alimentação humana (DE OLIVEIRA *et al.*, 2017; MORALES *et al.*, 2016; PASSOS, 2019). Todavia, os pré-testes de fermentação que subsidiaram a condução deste estudo, utilizando sucos não coados de jabuticaba, não apresentaram contagem de bactérias lácticas, o que levou à utilização de suco coado nas formulações teste.

A adição de probióticos nas formulações deste estudo não promoveu um aumento do seu potencial antioxidante, uma vez que para o método ABTS, não houve diferença significativa entre F3 (47,68  $\mu\text{mol}$  eq. Trolox/mL) e F4 (39,32  $\mu\text{mol}$  eq. Trolox/mL), sendo que a F4 continha cultura láctica. As formulações F1, F2, F5, F6 e F7 não apresentaram diferença significativa entre si para o potencial antioxidante pela captura do radical ABTS.

Comparando a atividade antioxidante das formulações do presente estudo com outros envolvendo sucos integrais de uva, observou-se que estes últimos apresentaram menores teores antioxidantes (2,88  $\mu\text{mol}$  Trolox/mL) em relação às formulações que continham jabuticaba, pelo método ABTS (PASSOS, 2019). Este fato pode ser explicado pela maior concentração de elagitaninos na jabuticaba do que na uva, o que pode indicar uma ação de qualidade destes bioativos. Os elagitaninos estão envolvidos no aumento da capacidade antioxidante, comprovada em estudos *in vitro* e *in vivo* (ALEZANDRO, 2013; GASPEROTTI *et al.*, 2010; INADA

*et al.*, 2015; NEVES *et al.*, 2021; WU *et al.*, 2013).

Entretanto, um dado que poderia ser considerado um “*outlier*” neste estudo foi o melhor desempenho antioxidante por DPPH na formulação F1 (50% extrato de aveia , 50% água, sem adição de cultura láctica), a diferenciando das demais nesta variável. A ausência de cultura láctica na F1 pode ter deixado um maior conteúdo de avenantramidas intactas e estas terem exercido um papel antioxidante detectado pelo método DPPH, pois, conforme dados da literatura, bactérias probióticas podem utilizar as avenantramidas como substrato para gerar metabólitos ativos e benéficos, como ácido cafeico e ferrúlico (WANG *et al.*, 2015).

Assim posto, nas formulações de bebidas com maiores concentrações de jabuticaba foram detectados os melhores perfis de bioativos, destacando-se para fenólicos totais, flavonoides totais e potencial antioxidante por ABTS as formulações F3 e F4. Para as antocianinas totais foram detectadas maiores concentrações nas formulações F3, F4, F5 e F6.

Entre as formulações F3 e F4, cuja diferença era a presença de cultura láctica na última, só foi observada diferença significativa no teor de fenólicos totais, demonstrando que, se houve alguma ação das bactérias probióticas, esta refletiu apenas no teor destes bioativos.

Corrêa *et al.* (2015) avaliaram o consumo de fenólicos totais pela população brasileira e observaram que o consumo médio da população geral foi de 460,18 mg ao dia. Com base neste dado, tem-se que o consumo de 100 mL da formulação F3 (100 % de suco de jabuticaba) forneceria, por dia, cerca de 2558 mg de fenólicos totais (em mg eq. GAE), o que já seriam cerca de quase 6 vezes o valor consumido pela população brasileira. A F4, F5, em 100 mL, fornecem, respectivamente, 436 e 141 mg eq. GAE/mL, quantidade considerável, visto que, no caso da F5, ainda há a presença de aveia, contribuindo com fibras solúveis.

O consumo diário de apenas 10 g da farinha do resíduo do suco de jabuticaba desenvolvida neste estudo fornecerá um teor de fenólicos totais de 696,2 mg eq. GAE (em base úmida), o que também já ultrapassa a média consumida pelos brasileiros. Desta forma, os produtos da jabuticaba desenvolvidos neste estudo fornecem teores consideráveis de fenólicos, configurando novas formas de consumo desta fruta e aproveitamento de seus bioativos.

#### 4.5 RESULTADO DAS ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS: QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA E CONTAGEM DE BACTÉRIAS LÁTICAS DA FRUTA INTEIRA (J) E DAS BEBIDAS VEGETAIS COM JABUTICABA E AVEIA

Para todas as mostras analisadas, não houve detecção de presença de *Salmonella sp.* Para a fruta inteira (J), a Legislação Brasileira (BRASIL, 2022) exige a pesquisa de *Escherichia coli*, a qual não foi detectada, sugerindo que a fruta foi processada em condições ideais de higiene. A água potável utilizada no processamento também apresentou condições higiênico-sanitárias adequadas, sendo segura para consumo humano.

Em nenhuma das formulações de bebida houve crescimento de *Bacillus cereus*, o que sugeriu que a presença de aveia não carregou tais bactérias. Também não foram detectadas bactérias do gênero *Enterobacteriaceae* em nenhuma das formulações e também não houve crescimento de bolores e leveduras. Estes dados sugerem que o experimento foi conduzido em condições adequadas de higiene e, seguindo os mesmos protocolos (BRASIL, 2004) as amostras podem ser encaminhadas futuramente, com segurança, para análise sensorial, conforme já aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos, protocolo CAAE 49743321.6.0000.5142.

Portanto, como não foram detectados microrganismos contaminantes na matéria prima e água, um possível efeito antimicrobiano de compostos da jabuticaba nestas amostras só poderia ser confirmado, realmente, com o crescimento ou não de colônias de bactérias lácticas, uma vez que as bebidas passaram por pasteurização.

A contagem total de bactérias lácticas foi realizada na amostra fruta inteira (J) como forma de identificar se na matéria prima havia alguma bactéria láctica inicial que pudesse alterar os resultados. Entretanto, não houve crescimento de colônias sugestivas de bactérias lácticas nas amostras de fruta inteira (J).

Os resultados da contagem total de bactérias lácticas do presente estudo apontaram a presença de colônias sugestivas apenas nas formulações F1(50% extrato de aveia, 50% água, sem cultura láctica) e F2 (50% extrato de aveia, 50%

água, com cultura láctica). Os valores das médias de UFC/ml (Unidades formadoras de colônias por ml) foram, respectivamente, para F1:  $2,85 \times 10^2$  UFC/mL e para F2:  $6,2 \times 10^5$  UFC/mL.

Vale ressaltar que na F1, não houve acréscimo de cultura láctica, sendo esta contagem proveniente de alguma estirpe carregada pela da matéria prima. Nas placas contendo esse mesmo ágar, para a F2, observou-se que nas diluições  $10^{-1}$  e  $10^{-2}$ , o crescimento de bactérias lácticas foi incontável, ou seja, houve crescimento acima do contável e, na  $10^{-3}$ , o valor de  $6,2 \times 10^5$  UFC/mL conforme já mencionado acima. Partindo do pressuposto que a legislação brasileira adota, para leites fermentados, uma contagem mínima de  $10^7$  UFC/ml (BRASIL, 2007), pode-se dizer que o extrato de aveia fermentado deste estudo, nas diluições  $10^{-1}$  e  $10^{-2}$  ultrapassou o mínimo exigido para alimentos probióticos, apontando o extrato de aveia como bom carreador de bactérias lácticas.

O crescimento de bactérias lácticas na formulação F2 pode ser explicado pelo valor de pH favorável 5,24 e qualidade da matriz alimentar, tendo a aveia um considerável teor médio de açúcares solúveis (5,3mg/g), amido (494,3 mg/g) e proteínas totais de 182,9 mg/g conforme analisado por Kaur et al (2019) em 43 genótipos diferentes de aveia.

No entanto, nas demais formulações de bebidas de F3 a F7, todas com presença de suco de jabuticaba, em diferentes proporções, não houve crescimento de nenhuma colônia sugestiva para bactérias lácticas. Lembrando que na F3 não houve incorporação de cultura láctica Bio Rich® e que esta formulação exibiu os melhores perfis antioxidantes e de fenólicos totais nas análises discutidas anteriormente.

A propriedade prebiótica da aveia foi justamente o que impulsionou sua incorporação nas formulações de bebidas, com intuito de propiciar crescimento probiótico mesmo na presença de jabuticaba, uma vez que em pré-testes realizados de fermentação em suco de jabuticaba sem coar, conduzidos até 18 horas de fermentação, utilizando a mesma cultura Bio Rich® e cultura de *Lactobacillus rhamnosus*, não foi constatada a presença de colônia sugestiva em nenhuma das amostras, que foram analisadas no tempo 0, 3 e 18 de fermentação).

A aveia como matriz alimentar prebiótica vem apontando bons resultados na

viabilidade de probióticos, como no estudo de Demir, Simsek e Yldirim (2021), que conseguiram contagens de bactérias lácticas num valor de  $10^6$  a  $10^8$  UFC/ mL em leite de aveia fermentado até o sétimo dia de estocagem sob refrigeração. Bebidas mistas de frutas e cereais, incluindo a aveia também atenderam aos parâmetros mínimos de contagem no estudo de Casarotti *et al.*, (2018), em torno de  $10^8$  UFC/mL. Extratos de aveia fermentados com a mesma cultura Bio Rich® usada no presente estudo, atingiram o mínimo de  $10^6$  UFC/mL no estudo de Ribeiro *et al.*, (2022). Geralmente as preparações de aveia fermentada são bem aceitas sensorialmente, com alto valor nutritivo, sendo opção para intolerantes ou alérgicos a derivados de leite, sendo que, em diversos países, bebidas à base de aveia vêm sendo largamente patenteadas (ANGELOV; YANEVA-MARINOVA, GOTCHEVA, 2018).

Portanto, neste estudo, a atividade antimicrobiana da jabuticaba sobressaiu em relação ao efeito prebiótico. Todavia, ficou comprovado seu efeito antioxidante e abundância em fenólicos, mesmo nos produtos derivados da matéria prima original, destacando a F3 (100% suco de jabuticaba) e a farinha do resíduo do suco de jabuticaba.

A eficácia das bactérias probióticas nos alimentos consiste num desafio para o desenvolvimento de produtos como alimentos funcionais. A acidez da matriz alimentar, nível de oxigênio, pH, presença de outras bactérias e seus prováveis metabólitos podem facilitar ou impedir que estas cheguem intactas ao trato gastrointestinal. Sobreviver ao processamento, armazenamento e ainda às condições estressantes do trato gastrointestinal superior exige da indústria de alimentos tentativas de otimizar a sobrevivência destes probióticos num número mínimo de  $10^6$  UFC/mL ou g do alimento (TERPOU *et al.*, 2019).

A presença de compostos fenólicos da jabuticaba nas bebidas pode influenciar a viabilidade dos probióticos, exercendo atividade protetora ou antimicrobiana (SUCCI *et al.*, 2017). Os elagitaninos do morango provavelmente prejudicaram a viabilidade de probióticos no estudo de Cassani *et al.* (2018), o que pode ter ocorrido no presente estudo.

Entretanto, os fenólicos da farinha de jabuticaba estimularam o crescimento de estirpes probióticas no estudo de Inada *et al.* (2020b). Tem-se então, uma

oscilação entre efeito antimicrobiano e prebiótico nos fenólicos da jabuticaba, o que varia de acordo com o tipo de fenólico e sua composição, o que exige técnicas mais avançadas de identificação e isolamento destes fenólicos (GOMES *et al.*, 2020).

No estudo de De Oliveira *et al.*, (2017), as estirpes probióticas (*Lactobacillus rhamnosus*) utilizadas em suco de jabuticaba não sobreviveram no suco e não atingiram viabilidade após a simulação da digestão gastrointestinal, mas a bebida manteve-se dentro dos padrões higiênico-sanitários.

Algumas estirpes de bactérias lácticas, entretanto, têm demonstrado boa viabilidade, como no suco fermentado de Bontsidis *et al.* (2021), utilizando Arônia (*chokeberry*). Neste, o pH final de 4,0 não sofreu alteração significativa ao longo das 48 horas de fermentação e não foram detectados microorganismos deteriorantes no controle higiênico sanitário das bebidas. A contagem de lactobacilos viáveis após 48 horas de fermentação ficou em torno de 9,5 log de UFC/mL, caindo ao longo da estocagem pela redução de açúcares do meio e aumento de substâncias antimicrobianas. Mesmo assim, mantiveram-se em torno de 7,5 log de UFC/mL atendendo o exigido para ser considerado um suco probiótico.

As bebidas probióticas mistas de frutas desenvolvidas por De Oliveira *et al.* (2020) apresentaram boas condições higiênico-sanitárias até 30 dias de armazenamento sob refrigeração, com contagens dentro do esperado para bolores e leveduras, coliformes e ausência para *Salmonella* sp. Até 30 dias de armazenamento, a contagem de lactobacilos manteve-se dentro do recomendado para alimentos probióticos.

Ainda sobre a viabilidade probiótica em bebidas vegetais, o estudo de Mandha *et al.* (2021) utilizou suco de pêssigo como veículo para fermentação láctica obtendo aumento do potencial bioativo desta fruta, sobretudo na ação antioxidante e inflamatória, além de controlar o crescimento de bactérias patogênicas (*Shigella flexneri*) ao longo da estocagem.

De Andrade Pires *et al.* (2020) encontraram no suco misto de jussara e abacaxi, com ajuste de pH inicial para 4,5 com introdução de ácido cítrico, uma boa matriz para fermentação utilizando *Lactobacillus rhamnosus*. A contagem destes probióticos ficou em média 7,5 logs de UFC/mL e, além disso, os testes em ensaios clínicos confirmaram a colonização destes nas fezes dos voluntários de forma

crescente ao longo dos dias, demonstrando sucesso tanto na viabilidade na matriz alimentar como no intestino humano.

Perricone *et al.* (2015) acrescentam que a baixa viabilidade de culturas probióticas em sucos de frutas pode ser superada pela adaptação e indução de resistência, uma vez que o pH baixo expõe os probióticos ao estresse e poderia induzir resistência e resposta adaptativa, contribuindo, inclusive para posterior sobrevivência ao pH ácido no trato gastrointestinal. Assim, o pH é crucial na viabilidade dos probióticos e, neste contexto, algumas estirpes de lactobacilos tendem a se manter vivos em pH mais baixos, enquanto as bifidobactérias raramente sobreviverão em pH menores que 4,0 (TRIPATHI; GIRI, 2014).

O estudo de Prates *et al.* (2018) apontou o suco de juçara e manga como bons carreadores de *L. rhamnosus* em pH de 3 a 3,5, com viabilidade dos mesmos mesmo após 28 dias de estocagem, confirmando um bom comportamento deste probiótico em matriz vegetal.

Ao mesmo tempo que a abundância em fenólicos da jabuticaba se torna um fator desfavorável ao crescimento de bactérias lácticas, dados da literatura têm reportado a farinha de resíduo de jabuticaba como prebiótica, apresentando efeito benéfico no crescimento de probióticos tanto em matriz alimentar, como no intestino humano. Leites de vaca fermentados enriquecidos com diversas farinhas, inclusive de jabuticaba têm mantido uma viabilidade de bactérias lácticas até 30 dias de armazenamento, mesmo com aumento de acidez gerado pela fermentação. No intestino humano, verificou-se um potencial prebiótico com ingestão de farinha de jabuticaba e modulação da microbiota intestinal em menos de 24 horas (DE MENDONÇA *et al.*, 2017; INADA *et al.*, 2020b).

A farinha do subproduto de jabuticaba submetida à liofilização, mesmo rica em fenólicos demonstrou atividade prebiótica após simulação gastrointestinal colônica onde foram inoculadas nesta farinha, culturas de *Lactobacillus*. Foi demonstrado que as bactérias se desenvolveram em número favorável (acima de 8 log UFC/g) e geraram metabólitos como ácidos graxos de cadeia curta e ácido cafeico, mostrando pelo surgimento destes, atividade prebiótica e biotransformação de fenólicos, comprovando que as bactérias utilizam os fenólicos desta matriz alimentar. Além disso, a utilização de fibras solúveis como fonte de energia

aumentou a capacidade prebiótica destas farinhas (INADA *et al.*, 2020b; LACERDA MASSA *et al.*, 2020).

O tipo de probiótico escolhido e a presença de alguns compostos fenólicos podem favorecer ou reduzir o crescimento de bactérias, como os lactobacilos. Em um estudo com arroz preto, a presença de antocianinas em abundância favoreceu a fermentação e viabilidade de bactérias do gênero *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, exercendo um efeito como prebiótico (ZHU *et al.*, 2018). Assim, mesmo detectadas em pequenas quantidades neste estudo, a farinha de jabuticaba contendo sementes e cascas é fonte destas substâncias e sua aplicabilidade industrial como prebiótico pode ser explorada. Em contrapartida, a presença de antocianinas na jabuticaba pode exercer um efeito antimicrobiano e dados da literatura têm reportado a microencapsulação destas e de outros fenólicos como forma de inibir crescimento de microrganismos deteriorantes em alimentos (GOMES *et al.*, 2020).

Os dados da literatura acima citados, quando confrontados aos do presente estudo, levam a crer que há possibilidade de crescimento de bactérias probióticas em matriz a base de jabuticaba, no entanto, ajustes futuros de pH e acréscimo de extratos vegetais mais abundantes em substrato irão contribuir para a viabilidade probiótica.

A adição de extrato de aveia, no intuito de melhorar esta matriz alimentar, não impulsionou o crescimento microbiano nas bebidas que continham jabuticaba (F5, F6 e F7). O crescimento de bactérias lácticas exclusivamente nas formulações contendo somente extrato de aveia, com contagens superiores ao mínimo recomendado na F2 (acima de 7 log de UFC/mL ou acima de  $10^7$ UFC/mL) comprova um potencial prebiótico da mesma, já mencionado amplamente na literatura (BITUYKOVA *et al.*, 2019; DONG *et al.*, 2020; TOSH; BORDENAVE, 2020).

As formulações deste estudo contendo suco de jabuticaba exibiram maior acidez titulável, menor pH e maiores teores de fenólicos totais, dentre os quais podem ter ficado retidos na bebida, aqueles com mais atividade antimicrobiana, dificultando a viabilidade das bactérias lácticas. Somente técnicas mais avançadas de detecção dos tipos de fenólicos das amostras, como a HPLC -cromatografia líquida de alta eficiência poderiam justificar os tipos de fenólicos contidos no suco de jabuticaba coado e seu efeito como prebiótico ou antimicrobiano.

Para trabalhos futuros, a investigação dos tipos de fenólicos que compõem o suco de jabuticaba coado e sua ação antimicrobiana poderão ser explorados, bem como o possível potencial prebiótico de alimentos acrescidos da farinha do resíduo do suco de jabuticaba.

Uma comparação deste perfil de fenólicos entre farinha e suco coado poderá ser realizada, bem como ajustes de pH na matriz alimentar e pré-enriquecimento das culturas lácticas em meio de cultura próprio sob condições controladas poderão ser aplicadas para maior eficiência na viabilidade dos probióticos, além de investigar a bioacessibilidade *in vitro* dos compostos fenólicos da farinha e suco de jabuticaba.

## 5 CONCLUSÃO

A utilização integral da jabuticaba possibilitou a elaboração de uma farinha do resíduo do suco contendo cascas, resíduo da despolpa e sementes, com umidade adequada aos padrões de qualidade para ser utilizada em novos modelos alimentares, além de possuir consideráveis teores de bioativos.

A adição de cultura láctica nas diferentes formulações de bebidas não contribuiu para o aumento do teor de bioativos (fenólicos totais, flavonoides totais e potencial antioxidante), entretanto as formulações exibiram características (pH, cor, acidez) coerentes com a concentração de suco de jabuticaba empregada.

Por meio da contagem de bactérias lácticas, apenas a F2 poderia ser enquadrada como alimento probiótico, o que confirma a aveia como bom substrato para crescimento destes microorganismos.

O suco coado de jabuticaba, mesmo acrescido de extrato de aveia não foi, neste estudo, uma boa matriz para carrear bactérias probióticas e todas as formulações de bebida, inclusive a matéria prima jabuticaba, apresentaram condições higiênico sanitárias satisfatórias.

Por fim, conclui-se que, mesmo sem crescimento de bactérias lácticas, a formulação contendo suco puro de jabuticaba (F3), na proporção 1: 1 (fruta e água) e a farinha do resíduo do suco desenvolvidos neste estudo possuem consideráveis teores de compostos fenólicos e importante potencial antioxidante *in vitro*, confirmando uma bioatividade essencial às questões relacionadas à promoção da saúde e longevidade.

## REFERÊNCIAS

ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIERÉZ, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. Bound phenolics in foods, a review. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 152, p. 46–55, 2014.

ALEZANDRO, M. R. **Caracterização e biodisponibilidade de derivados de ácido elágico da jabuticaba (*Myrciaria jaboticaba*)**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2013, 162p.

AHN, C. B.; KIM, J. G.; JE, J. I. Purification and antioxidant properties of octapeptide from salmon byproduct protein hydrolysate by gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, [S.l.], v.147, p.78–83, 2014.

ALBUQUERQUE, B. R. et al. Jabuticaba residues (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg) are rich sources of valuable compounds with bioactive properties. **Food chemistry**, [S.l.], v. 309, p. 125735, 2019.

ALEIXO, M. G. B.; et al. Controle e redução de doenças crônicas não transmissíveis através da dieta à base de plantas: uma revisão abrangente. **Alimentos, Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, São Carlos, v. 1, n. 1, p. 103-119, 2020.

ALMEIDA, R. L. J.; et al. Determination of bioactive compounds and physicochemical composition of jabuticaba bark flour obtained by convective drying and lyophilization. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n.1, 2020a. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1876>. Acesso em: 05 abr. 2022.

ALMEIDA, R. L. J.; et al. Differential particle size analysis of jabuticaba bark flour (*Myrciaria cauliflora* Berg). **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n 1, 2020b. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1875>. Acesso em: 17 dez. 2021.

ALMEIDA, E. S. et al. Compostos fenólicos totais e características físico-químicas de frutos de jabuticaba. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 12, n. 1, p. 81-89, 2018.

ALTERMANN, E.; et al. Complete genome sequence of the probiotic lactic acid bacterium *Lactobacillus acidophilus* NCFM. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [S.l.], v. 102, n. 11, p. 3906-3912, 2005.

American Public Health Association – APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 5 ed. APHA Press, Washington, 2015.

ANGELOV, A.; YANEVA-MARINOVA, T.; GOTCHEVA, V. Oats as a matrix of choice for developing fermented functional beverages. **Journal of food science and technology**, [S.l.], v. 55, n. 7, p. 2351-2360, 2018.

ASCHERI, D.P.R.; et al. Caracterização da farinha de bagaço de jabuticaba e propriedades funcionais dos extrusados. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**,

Campinas, v. 26, n 4, 2006, p. 897-905.

AVILA, L.; ROSA, G. S; MORAIS, M. M. Análise do Potencial Antioxidante de Resíduos de Jabuticaba (PLINIA CAULIFLORA). **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, Bagé, v. 10, n. 2, 3 mar. 2020.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAM, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 99, p. 191–203, 2006.

BANWO, K.; et al. Importância funcional de compostos bioativos de alimentos com potenciais benefícios à saúde: uma revisão sobre tendências recentes. **Food Bioscience**, [S. l.], v. 43, p. 101320, 2021.

BARROS, H.D.F.Q.; et al. Influence of different types of acids and pH in the recovery of bioactive compounds in Jabuticaba peel (*Plinia cauliflora*). **Food Research International**, [S. l.], v. 124, p. 16-26, 2019.

BATISTA, Â. G. et al. Jaboticaba berry peel intake increases short chain fatty acids production and prevent hepatic steatosis in mice fed high-fat diet. **Journal of Functional Foods**, [S. l.], v.48, p. 266-274, 2018.

BECKER, F. S. et al. Characterization of 'Sabará' Jaboticabas at different maturation stages. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 37, p. 457-462, 2015.

BENNEMANN, G. D. et al. Bioactive compounds and antiradical activity in grape pomace flours from different cultivars dehydrated in a freeze dryer and in an oven. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, 2018.

BERES, C.; et al. Antioxidant dietary fibre from grape pomace flour or extract: Does it make any difference on the nutritional and functional value? **Journal of functional foods**, [S. l.], v. 56, p. 276-285. 2019.

BETETO, F. M. **Bioaccessibilidade, atividade antioxidante e antiproliferativa de compostos bioativos fenólicos de sucos de frutos da família Myrtaceae**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015, 76p.

BIASI, V.; HUBER, E.; BARRETO, P. L. M. Optimization of blueberry flour processing and anthocyanin extraction. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 57, 2022.

BOARI LIMA, A. J. et al. Caracterização química do fruto jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* Berg) e de suas frações. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, Caracas, v. 58, n. 4, p. 416-421, 2008.

BOATENG, J. et al. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus* spp. L.). **LWT-Food Science and Technology**, [S.l.], v. 41, n. 9, p. 1541-1547, 2008.

BOESSO, F. F. et al. Avaliação de Métodos de Extração de Suco de Jaboticaba Integral em função dos Teores de Compostos Fenólicos. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 35, n.3, p. 457–467, 2020.

BONDONNO, N. P. et al. Flavonoid intake is associated with lower mortality in the Danish Diet Cancer and Health Cohort. **Nature Communications**, [S.l.], v. 10, p.3651, 2019.

BONTSIDIS, C.; et al. Microbiological and chemical properties of chokeberry juice fermented by novel lactic acid bacteria with potential probiotic properties during fermentation at 4 C for 4 weeks. **Foods**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 768, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods10040768>. Acesso em: 11 abr. 2022.

BRAND-WILLIAMS et al. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT**, [S. l.], v 28, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Aprova o Regulamento Técnico para produtos cereais, amidos, farinhas e farelos (Resolução RDC n 263, de 22 de setembro de 2005). **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Gerais para Suco Tropical. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 de setembro.2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Agropecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 34, de 29 de novembro de 2012. ° Estabelece a complementação dos padrões de identidade e qualidade para as seguintes bebidas fermentadas: I - fermentado de fruta; II - fermentado de fruta licoroso; III - fermentado de fruta composto; IV - sidra; V - hidromel; VI - fermentado de cana; e VII - saquê ou sake. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 de novembro.2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 18, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, constante do anexo desta portaria. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 de maio. 1999a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 19, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico de procedimentos para registro de alimento com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde em sua rotulagem. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 de maio.1999b.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria CVS-6/99, de 10 de março de 1999. Regulamento técnico sobre os parâmetros e critérios para o controle higiênico-sanitário em estabelecimentos de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. 1999c.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 243, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 27 de julho.2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC nº 16, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação. Ela estabelece procedimentos de boas práticas para serviços de alimentação com a finalidade de garantir as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, 17 de setembro de 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos – lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. Brasília: Anvisa, 2016. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/alimentos/alegacoes>. Acesso em 23/09/2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Instrução normativa IN Nº161, de 1º de julho de 2022. Estabelece, nos termos da Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº 724, de 1º de julho de 2022, as listas de padrões microbiológicos de alimentos. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, 2 de dezembro de 2021.

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Instrução normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leites Fermentados. **Diário oficial da União**, Brasília, DF, 24 de julho de 2007.

BETTA, F. D. et al. Phenolic compounds determined by LC-MS/MS and in vitro antioxidant capacity of Brazilian fruits in two edible ripening stages. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S. l.], v. 73, n. 4, p. 302-307, 2018.

BITUYKOVA, A. et al. Advanced technology of oat bran biotransformation into functional ingredients. **Journal of Hygienic Engineering and Design**, [S. l.], v. 28, p. 51, 2019.

CALDAS, P. R. B.; et al. Efeito antiaterogênicos das antocianinas. In: VERRUCK, S. **Avanço em ciência e tecnologia dos alimentos**, Guarujá, p.42-54, 2020.

CALLONI, C. et al. O fruto da jabuticaba (*Plinia trunciflora* (O. Berg) Kausel) reduz o estresse oxidativo em células de fibroblastos humanos (MRC-5). **Food Research International**, [S. l.], v. 70, p. 15-22, 2015.

CAMPOS, R. C. et al. In vitro and in vivo resistance of *Lactobacillus rhamnosus* GG carried by a mixed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) and jussara (*Euterpe edulis* Martius) juice to the gastrointestinal tract. **Food Research International**, [S. l.], v. 116, p. 1247-1257, 2019.

- CANO, A.; ACOSTA, M.; ARNAO, M. Hydrophilic and lipophilic antioxidant activities change during on vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Postharvest Biological Technology**, [S. l.], v. 28, n. 1, p. 59–65, 2003.
- CAPURSO, L. M.D. Trinta anos de *Lactobacillus rhamnosus* GG, **Journal of Clinical Gastroenterology**, [S. l.], v. 53, n. 1, p.S1-S41, 2019.
- CARLINE, C. J.; Severo, J. Elaboração de suco misto contendo frutas nativas. **Boletim Técnico-Científico**, [S. l.], v. 4, n. 1, 21 dez. 2018.
- CASAROTTI, S. N. et al. Guava, orange and passion fruit by-products: Characterization and its impacts on kinetics of acidification and properties of probiotic fermented products. **LWT**, [S. l.], v. 98, p. 69-76, 2018.
- CASSANI, L. et al. Influence of non-thermal processing and storage conditions on the release of health-related compounds after in vitro gastrointestinal digestion of fiber-enriched strawberry juices. **Journal of Functional Foods**, [S. l.], v. 40, p. 128-136, 2018.
- CAVALCANTI et al. Nonthermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems. An overview. **Food Research International**, [S. l.], v. 44, n. 2, p. 499-509, 2011.
- CHAN, M. Z. A.; TOH, M.; LIU, S.Q. Growth, survival, and metabolic activities of probiotics *Lactobacillus rhamnosus* GG and *Saccharomyces cerevisiae* var. boulardii CNCM-I745 in fermented coffee brews. **International Journal of Food Microbiology**, [S. l.], v. 350, p. 109229, 2021.
- CHAVAN, M. et al. Development of non-dairy fermented probiotic drink based on germinated and ungerminated cereals and legume. **LWT**, [S. l.], v. 91, p. 339-344, 2018.
- CHENG, D.; SONG, J.; XIE, M.; SONG, D. The bidirectional relationship between host 389 physiology and microbiota and health benefits of probiotics: **A review. Trends in Food Science & Technology**, [S. l.], v.91, p.426-435. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.07.044>. Acesso em : 21 set. 2021.
- CHEKDID, A., A. et al. Mixture design applied for formulation and characterization of vegetal-based fermented products. **LWT**, v. 146, p. 111336, 2021.
- CIPRIANO, P. de A. **Anthocyanins of açai (Euterpe oleracea mart.) and jaboticaba peels (Myrciaria jaboticaba) in the formulation of isotonic beverages**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos; Tecnologia de Alimentos; Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011, 150p. Disponível em:<http://locus.ufv.br/handle/123456789/2905>. Acesso em 14 abr.22.
- COMAN, V.; et al. Bioactive potential of fruit and vegetable wastes. **Advances in Food and Nutrition Research**, [S. l.], v. 91, n. 2, p. 157-225, 2019.

- CORRÊA, V. G. et al. Estimate of consumption of phenolic compounds by Brazilian population. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 28, n. 2, p. 185-196, mar/abr, 2015.
- DALLABONA, I. D. et al. Development of alginate beads with encapsulated jabuticaba peel and propolis extracts to achieve a new natural colorant antioxidant additive. **International Journal of Biological Macromolecules**, [S. l.], v. 163, p. 1421-1432, 2020.
- DA ROSA, R. G. et al. Sustainable production of bioactive compounds from jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*): A bibliometric analysis of scientific research over the last 21 years. **Sustainable Chemistry and Pharmacy**, [S. l.], v. 27, p. 100656, 2022.
- DA SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed., São Paulo, Edgar Blucher, 2018. 560p.
- DA SILVA, C. F. et al. Avaliação do uso de extratos de antocianinas obtidos a partir de uvas Isabel como indicadores de pH. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 13, n. 2, 2019.
- DE ANDRADE PIRES, B. et al. *Lactobacillus rhamnosus* GG in a mixed pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) and jussara (*Euterpe edulis* Martius) beverage and its survival in the human gastrointestinal tract. **LWT**, [S. l.], v. 134, p. 110028, 2020.
- DE MENDONÇA, C. D. et al. Interferência da adição da biomassa e farinha de banana verde (*Musa spp.*) e farinha da casca de jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) na multiplicação de bactérias probióticas em leite cultivado light. **ForScience**, Formiga, v. 5, n. 2, 2017.
- DE MORI, C.; FONTANELI, R., S.; SANTOS, R., P. “**Aspectos econômicos e conjunturais da cultura da aveia**”. Embrapa Trigo-documentos (Infoteca-E), Passo Fundo, 2012.
- DEMIR, H.; SIMSEK, M.; YILDIRIM, G. Effect of oat milk pasteurization type on the characteristics of yogurt. **LWT**, [S. l.], v. 135, p. 110271, 2021.
- DE OLIVEIRA CAMARGO, F. A. et al. Aceitabilidade de bebidas tipo Smoothie de morango e banana preparadas com diferentes concentrações de aveia. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 11, p. 84642-84657, 2020.
- DE OLIVEIRA RIBEIRO, A. P. et al. Development of a probiotic non-fermented blend beverage with juçara fruit: Effect of the matrix on probiotic viability and survival to the gastrointestinal tract. **LWT**, [S. l.], v. 118, p. 108756, 2020.
- DE OLIVEIRA, D. C.; et al. Blanching effect on the bioactive compounds and on the viability of *Lactobacillus rhamnosus* GG before and after in vitro simulation of the digestive system in jabuticaba juice. **Seminário: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 3, p. 1277-1293, 2017.
- DE PAULA, A. G. P. et al. Avaliação da estabilidade das antocianinas do açaí no

período de 28 dias em diferentes condições. **Brazilian Journal of Health Review**, Curitiba, v. 2, n. 5, p. 4811-4823, 2019.

DE SÁ, L.; et al. Antioxidant potential and vasodilatory activity of fermented beverages of jaboticaba berry (*Myrciaria jaboticaba*). **Journal of Functional Foods**, [S. l.] v. 8, p. 169-179, 2014.

DE SOUZA, C.D. et.al. Radical Scavenger Capacity of Jaboticaba Fruit (*Myrciaria cauliflora*) and its biological effects in hipertensive rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, [S. l.], v. 2017, n. 201, p. 1-10, 2017.

DE SOUZA, P. H. M. et al. Caracterização de Frutos de Jaboticaba 'Sabará' provenientes da Região de Jataí-Go. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v. 11, n. 1, p. 78-85, 2021.

DESTRO, T. M. et al. Organic brown sugar and jaboticaba pulp influence on water kefir fermentation. **Science and Agrotechnology**, Lavras, v. 43, 2019.

DI MAIO, G., PITTIA, P., MAZZARINO, L., MARASHIN, M., KUHNEN, S. Cow milk enriched with nano encapsulated phenolic extract of jaboticaba (*Plinia peruviana*). **Journal of Food Science and Technology**, India, v. 56, p. 1165-1173, 2019.

DO CARMO, M. A. V.; et al. Ellagitannins from jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) seeds attenuated inflammation, oxidative stress, aberrant crypt foci, and modulated gut microbiota in rats with 1, 2 dimethyl hydrazine-induced colon carcinogenesis. **Food and Chemical Toxicology**, [S. l.], v. 154, p. 112287, 2021.

DONADO-PESTANA; C. M; et al. Polyphenols from Brazilian native Myrtaceae fruits and their potential health benefits against obesity and its associated complications. **Current Opinion in Food Science**, [S. l.], v. 19, p. 42-49, 2018.

DONG, J. et al. Comparative study of thermal processing on the physicochemical properties and prebiotic effects of the oat  $\beta$ -glucan by in vitro human fecal microbiota fermentation. **Food Research International**, [S. l.], v. 138, p. 109818, 2020.

DOS SANTOS, T. A.; DE ABREU, J. P.; TORRES, T. L. Avaliação das características Físico-Químicas, Atividade Antioxidante e Fenólicos Totais da Farinha do Extrato da Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*). **Científic@-Multidisciplinary Journal**, Goianésia, v. 7, n. 2, p. 1-13, 2020.

DOS SANTOS FILHO, A. L. et al. Production and stability of probiotic cocoa juice with sucralose as sugar substitute during refrigerated storage. **LWT**, [S. l.], v. 99, p. 371-378, 2018

DUEÑAS, M. et al. A survey of modulation of gut microbiota by dietary polyphenols. **BioMed Research International**, [S. l.], v 2015, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/850902>. Acesso em: 27 mar. 2021.

DURU, K., C. et al. Production and assessment of novel probiotic fermented oat flour

enriched with isoflavones. **LWT**, [S. I.], v. 111, p. 9-15, 2019.

EINSENBURG, T. et al. Cardioproteção e prolongamento da vida pela espermidina poliamina natural. **Nature Medicine**, [S. I.], v. 22, p. 1428–1438, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nm.4222>. Acesso em: 18 jul. 2021.

FERNANDES, A. F. et al. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). **Food Science and Technology**, [S. I.], v. 28, p. 56-65, 2008.

FERNANDES, I. et al. On the bioavailability of flavanols and anthocyanins: Flavanol–anthocyanin dimers. **Food chemistry**, [S. I.], v. 135, n. 2, p. 812-818, 2012.

FERNANDES, L. L., SILVA, B. M. Alimento funcional: propriedades da jabuticaba. **Revista FAROL**, Rolim de Moura, v.6, n. 6, p. 49-60, 2018.

FERREIRA, A. E.; FERREIRA, B. S.; LAGES, M. M. B.; RODRIGUES, V. A. F.; THÉ, P. M. P.; PINTO, N. A. V. D. Produção, caracterização e utilização da farinha da casca de jabuticaba em biscoitos tipo cookie. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 603-607, out./dez. 2012.

FERREIRA, C. L. L. F. **Prebióticos e probióticos: atualização e prospecção**. 2 ed, Rio de Janeiro: Rúbio, 2018. 220p.

FERREIRA, E. B., OLIVEIRA, M. S. **Introdução à Estatística com R**. Editora Universidade Federal de Alfenas, 2020. 194 p.

FERREIRA E. B., CAVALCANTI P.P., NOGUEIRA, D.A. ExpDes.pt: Pacote Experimental Designs (Portugues). R package version 1.2.2, 2021.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. **Colorimetria: princípios e aplicações na agricultura**. Embrapa Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças. EMBRAPA, Brasília, 2017, 284p.

FERREIRA, P. R et al. Beverage based on whey permeate with phenolic extract of jabuticaba peel: A pilot study on effects on muscle and oxidative stress in trained individuals. **Journal of Functional Foods**, India, v. 65, p. 103749, 2020.

FERREIRA, S. L. et al. Whole-grain pan bread with the addition of jabuticaba peel flour. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 50, 2020.

FIDELIS, M. et al. Polyphenols of jabuticaba [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg seeds incorporated in a yogurt model exert antioxidant activity and modulate gut microbiota of 1, 2-dimethylhydrazine-induced colon cancer in rats. **Food chemistry**, [S. I.], v. 334, p. 127565, 2021.

FONSECA, L. R.; CARVALHO, N. B.; VIANA, P. A. Physical-chemical and sensory characterization of structured of concentrated jabuticaba pulp. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.24, 2021.

FORTES, R.R. et al. Caracterização física e química de farinha de arroz, farinha de cascas de abacaxi e banana e farinha de semente de abóbora. **Research, Society and Development**, [S. l.], v.9, n.9, 2020.

FUJIL, I. A. **Determinação de umidade pelo método do aquecimento direto – técnica gravimétrica com emprego do calor**. Luni educacional. Universidade de Cuiabá – MT, UNIC. 2015. 5p.

GASPEROTTI, M. et al. Profiling and accurate quantification of Rubus ellagitannins and ellagic acid conjugates using direct UPLC-Q-TOF HDMS and HPLC-DAD analysis. **Journal of agricultural and food chemistry**, [S. l.], v. 58, n. 8, p. 4602-4616, 2010.

GERALDI, M. V. et al. Influence of high isostatic pressure and thermal pasteurization on chemical composition, color, antioxidant properties and sensory evaluation of jaboticaba juice. **LWT**, [S. l.], v. 139, p. 110548, 2021.

GOMES, A. C. A et al. Coatings with chitosan and phenolic-rich extract from acerola (*Malpighia emarginata* DC) or jaboticaba (*Plinia jaboticaba* (Vell.) Berg) processing by-product to control rot caused by *Lasiodiplodia spp.* in papaya (*Carica papaya* L.) fruit. **International Journal of Food Microbiology**, [S. l.], v. 331, p. 108694, 2020.

GIBSON, G. R.; et al. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature reviews Gastroenterology & hepatology**, [S. l.], v. 14, n. 8, p. 491. 2016.

GUIMARÃES, S.C.N. et al. Development of mixed probiotic fermented formulations enriched with amazonic fruit oils. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 10882-10901. 2020.

GU, Y. et al. Nutritional composition and physicochemical properties of oat flour sieving fractions with different particle size. **LWT**, [S. l.], v. 154, p. 112757, 2022.

GURAK, P. D. et al. Jaboticaba Pomace Powder Obtained as a Co-product of Juice Extraction: A Comparative Study of Powder Obtained from Peel and Whole Fruit. **Food Research International**, [S. l.], p. 786-792. 2014.

HASHEMI, S. M. B.; JAFARPOUR, D.; JOUKI, M. Improving bioactive properties of peach juice using *Lactobacillus* strains fermentation: Antagonistic and anti-adhesion effects, anti-inflammatory and antioxidant properties, and Maillard reaction inhibition. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 365, p. 130501, 2021.

HALLIWELL, B. Antioxidants in human health and disease. **Annual review of nutrition**, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 33-50, 1996.

HOLSCHER, H. D. Dietary fiber and prebiotics and the gastrointestinal microbiota. **Gut Microbes**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 172-184. 2017.

HUANG, P. K. et al. Natural phenolic compounds potentiate hypoglycemia via inhibition of Dipeptidyl peptidase IV. **Scientific Reports**, [S. l.], v.9, n. 1, p. 15585, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52088-7>. Acesso em :09 ago. 2021.

INADA, K. O. P.; et al. Screening of the chemical composition and occurring antioxidants in jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) and jussara (*Euterpe edulis*) fruits and their fractions. **Journal of Functional Foods**, India, v. 17, p. 422–433, 2015.

INADA, K. O. P.; et al. Effect of high hydrostatic pressure and drying methods on phenolic compounds profile of jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) peel and seed. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 309, p. 125794, 2020a.

INADA, K.O.P. et al. Bioaccessibility of phenolic compounds of jaboticaba (*Plinia jaboticaba*) peel and seed after simulated gastrointestinal digestion and gut microbiota fermentation. **Journal of Functional Foods**, India, v. 67, p. 103851, 2020b. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103851>. Acesso em :12 dez. 2021.

INADA, K. O. P.; et al. Metabolismo dos elagitaninos da jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) em brasileiros normopesados, com sobrepeso e obesos: Efeitos laxativos inesperados influenciam a excreção urinária de urolitinas e a distribuição de metabólitos. **Journal of Functional Foods**, India, v. 57, p. 299-308, 2019.

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

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 6579:2002**. Microbiology of Food and Animal Feeding Stuffs – Horizontal Method for the Detection of Salmonella spp. Geneva, Switzerland: International Standards Organization, 2002.

JEONG, S.Y. et al. Photobiological (LED light)-mediated fermentation of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) fruit with probiotic bacteria to yield bioactive compounds. **LWT**, [S. l.], v. 93, p. 158-166, 2018.

KANDEMIR, K. et al. Fruit Juice Industry Wastes as a Source of Bioactives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v. 70, p. 6805-6832, 2022.

KAUR, S. et al. Biochemical characterization of oat (*Avena sativa* L.) genotypes with high nutritional potential. **LWT**, [S. l.], v. 110, p.32–39, 2019.

KUMAR, A.; KAUR, A.; TOMER, V. Process optimization for the development of a synbiotic beverage based on lactic acid fermentation of nutriceals and milk-based beverage. **LWT**, [S. l.], v. 131, p. 109774, 2020.

KUMAR, L.; SEHRAWAT, R.; KONG, Y. Oat proteins: A perspective on functional properties. **LWT**, [S. l.], v. 152, p. 112307, 2021.

KWAW, E.; MA, Y.; TCHABO, W.; APALIYA, M. T.; WU, M.; SACEY, A. S.; TAHIR, H. E. Effect of lactobacillus strains on phenolic profile, color attributes and antioxidant activities of lactic-acid-fermented mulberry juice. **Food chemistry**, [S. l.], v.250, p.148-154, 2018.

LACERDA MASSA, N. M. et al. Effects of digested jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg) by-product on growth and metabolism of Lactobacillus and Bifidobacterium indicate prebiotic properties, **LWT**, [S. l.], v.131, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109766>. Acesso em :12 dez. 2021.

LATTUADA, D. S. et al. Caracterização físico-química e desenvolvimento pós-colheita de jaboticabas (*Plinia peruviana* e *Plinia cauliflora*). **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v. 75, 2020.

LEITE, K. et al. Elaboração da farinha de casca de jaboticaba e avaliação da aceitação em diferentes percentuais na produção de pão, bolo e barra de cereal. **Revista Eletrônica Científica Inovação e Tecnologia**, Medianeira, v .11, n.26, p. 34-46, 2020.

LEITE-LEGATTI, A. V.; et al. Jaboticaba peel: Antioxidant compounds, antiproliferative and antimutagenic activities. **Food Research International**, [S. l.], v. 49, n. 1, p. 596-603, 2012.

LENQUISTE, S. A. et al. Jaboticaba peel and jaboticaba peel aqueous extract shows in vitro and in vivo antioxidant properties in obesity model. **Food Research International**, [S. l.], v. 120, p. 880-887, 2015.

LIMA, V. L. A. G. DE; MÉLO, E. DE A.; GUERRA, N. B. Correlação entre o Teor de Antocianinas e Caracterização Cromática de Polpas de Diferentes Genótipos de Aceroleira. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, p. 51–55, 2007.

LIMA, A. J. B. et al. Sugars, organic acids, minerals and lipids in jaboticaba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S. l.], v. 33, p. 540-550, 2011.

LIMÓN, R. I.; et al. Fermentation enhances the content of bioactive compounds in kidney bean extracts. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 172, p. 343-352, 2015.

LONGO, P. L. Envelhecimento, microbiota intestinal e probióticos. **Revista Kairós-Gerontologia**, São Paulo, v. 23, n. 27, p. 105-115, 2020.

MADRERA, R. R. et al. Phenolic Content and Antioxidant Activity in Seeds of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Foods**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 864, 2021.

MALANCHEN, B. E. et al. Composição e propriedades fisiológicas e funcionais da aveia. **Fag Journal of Health (Fjh)**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 185-200, 2019.

MALDONADO, R. R. et al. Potential application of four types of tropical fruits in lactic fermentation. **LWT**, [S. l.], v. 86, p. 254-260, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.08.005>. Acesso em: 10 ago. 2021.

MANDHA, J. et al. Effect of lactic acid fermentation of watermelon juice on its sensory acceptability and volatile compounds. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 358, p. 129809, 2021.

MARQUETTI, C. et al. Jaboticaba skin flour: analysis and sustainable alternative source to incorporate bioactive compounds and increase the nutritional value of cookies. **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 38, p. 629-638, 2018.

MARTINS, A. B. N. et al. Chemical, Microbiological and Sensory Stability of Steam Extracted Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) Juice. **Foods**, [S. l.], v. 10, n. 4, p. 732, 2021.

MARTINS, E. M. F.; et al. Fruit salad as a new vehicle for probiotic bacteria. **Food Science and Technology**, [S. l.], v. 36, p. 540-548, 2016.

MATSUMOTO, M. et al. Impact of intestinal microbiota on intestinal luminal metabolome. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 2, n. 233, 2012.

McGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **Horticultural Science**, [S. l.], v. 27, n. 2, 1992, p. 1254-1255.

MENDONÇA, C. D. et al. Interferência da adição da biomassa e farinha de banana verde (*Musa spp.*) e farinha da casca de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) na multiplicação de bactérias probióticas em leite cultivado light. **For Science**, Formiga, v. 5, n. 2, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.29069/forscience.2017v5n2.e321>. Acesso em: 26 mai. 2021.

MORAES, F. O., COLLA, L.M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MORALES, P. et al. Non-fermented and fermented jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* Mart.) pomaces as valuable sources of functional ingredients. **Food chemistry**, [S. l.], v. 208, p. 220-227, 2016.

MOREIRA, R. M.; et al. Development of a juçara and Ubá mango juice mixture with added *Lactobacillus rhamnosus* GG processed by high pressure. **LWT**, [S. l.], v. 77, p. 259-268, 2017.

MUHIALDIN, B. J. et al. Metabolomic changes and biological activities during the lacto-fermentation of jackfruit juice using *Lactobacillus casei* ATCC334. **LWT**, [S. l.], v. 141, p. 110940, 2021.

MURARO, T. Produção e avaliação físico-química e microbiológica de bebida simbiótica de aveia e óleo de coco. **Brazilian Journal of Food Research**, Curitiba, v. 7, n. 2, p. 30-42, mai./ago, 2016.

NAGPAL, R.; KUMAR, A.; KUMAR, M. Fortification and fermentation of fruit juices with probiotic lactobacilli. **Annals of microbiology**, Milan, v. 62, n. 4, p. 1573-1578,

2012

NEVES, N. de A.; et al. Identification and quantification of phenolic composition from different species of Jaboticaba (*Plinia spp.*) by HPLC-DAD-ESI/MSn. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 355, p. 129605, 2021.

NUNES MATTOS, G. et al. Anthocyanin Extraction from Jaboticaba Skin (*Myrciaria cauliflora* Berg.) Using Conventional and Non-Conventional Methods. **Foods**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 885, 2022.

OLIVEIRA, B. S. **Extração e purificação de biocompostos ativos da casca da fruta Jaboticaba utilizando sistemas orgânicos bifásicos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos). Universidade Tiradentes, Aracaju, Sergipe, Brasil, 2020, 114p.

OLIVEIRA, G. P.; DA SILVA, S. R.; SCARPARE FILHO, J. A. Curva de maturação da jaboticaba 'Sabará'. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. e296974212-e296974212, 2020.

OLIVEIRA, P. M. de. **Suco misto potencialmente probiótico de manga e cenoura tratado termicamente e por alta pressão isostática**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil. 2020, 81 p.

PACHECO, L. G. et al. Contents of antioxidant compounds among different types of rice. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 119-132, 2020.

PASSOS, C. R. **Comparação do teor de compostos bioativos e capacidade antioxidante entre sucos naturais, integrais, néctares, preparados líquidos e sólidos para refresco**. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade de São Paulo, 2019, 91p.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food and Bioprocess Technology**, [S. l.], v. 6, p. 36–60, 2013.

PELAIS, A. C. A. et al. Viability of probiotic of *Lactobacillus* gender bacteria in taperebá nectar: effect on physicochemical and sensory properties. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 25945-25960, 2020.

PEREIRA, M. P.; TAVANO, O. L. Use of different spices as potential natural antioxidant additives on cooked beans (*Phaseolus vulgaris*). Increase of DPPH radical scavenging activity and total phenolic content. **Plant Foods for Human Nutrition**, [S. l.], v. 69, n. 4, p. 337-343, 2014.

PERRICONE, M.; et al. Challenges for the production of probiotic fruit juices. **Beverages**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 95-103, 2015.

PINTO, D. et al. Optimizing the extraction of phenolic antioxidants from chestnut

shells by subcritical water extraction using response surface methodology. **Food Chemistry**, [S. I.], v. 334, p. 127521, 2021.

PLETSCH, L. B. H. et al. Kefir ice cream with jaboticaba and strawberry pulp. **Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 74, n. 1, p. 39-50, 2019.

PRASAD, J., et al. Selection and characterisation of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* strains for use as probiotics. **International Dairy Journal**, Great Britain, v. 8, n. 12, p. 993-1002, 1998.

PRATES, F. C. et al. Eficiência de suco de juçara e manga na veiculação de *Lactobacillus rhamnosus* GG ao trato gastrointestinal humano simulado por ensaio in vitro. **Higiene alimentar**, [S. I.], p. 64-69, 2018.

PROSHKINA, E. et al. Genome-protecting compounds as potential geroprotectors. **International Journal of Molecular Sciences**, [S. I.], v.21, 2020.

RAMOS-MOLINA, B. et al. Dietary and Gut Microbiota Polyamines in Obesity- and Age-Related Diseases. **Frontiers in Nutrition**, [S. I.], v.6, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00024>. Acesso em :28 jul. 2021.

R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2022. URL <https://www.R-project.org/>.

RAULT, A.; et al. Fermentation pH influences the physiological-state dynamics of *Lactobacillus bulgaricus* CFL1 during pH-controlled culture. **Applied and Environmental Microbiology**, USA, v. 75, n. 13, p. 4374-4381, 2009.

RESENDE, L. M.; OLIVEIRA, Leandro S.; FRANCA, Adriana S. Characterization of jaboticaba (*Plinia cauliflora*) peel flours and prediction of compounds by FTIR analysis. **LWT**, [S. I.], v. 133, p. 110135, 2020.

RIBEIRO, J., N. et al. Avaliação da toxicidade da antocianina de uva, através da quantificação espectrofométrica de constituintes do sangue e medida de massa corporal de coelhos saudáveis. **Revista Analytica**, [S. I.], n.12, v. 13083, p. 50-55, 2004.

RIBEIRO, G. P. et al. Fermentation of oat extract with strains of *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Bifidobacterium animalis* BB-12 and *Streptococcus thermophilus*. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 18049-18066, 2022.

RICE, T. et al. Isolation, characterisation and exploitation of lactic acid bacteria capable of efficient conversion of sugars to mannitol. **International Journal of Food Microbiology**, [S. I.], v. 321, p. 108546, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2020.108546>. Acesso em: 11 set. 2021.

RIGOLON, T. C. B. **Predição do conteúdo de antocianinas, fenólicos totais e capacidade antioxidante dos frutos de amora (*Rubus sp.*), mirtilo (*Vaccinium sp.*) e casca de jaboticaba (*Plinia jaboticaba*) usando parâmetros colorimétricos**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017, 71p.

ROMANET, R. et al. The antioxidant potential of white wines relies on the chemistry of sulfur-containing compounds: An optimized DPPH assay. **Molecules**, [S. l.], v. 24, n. 7, p. 1353, 2019.

RÓŻAŃSKA, D.; REGULSKA-ILOW, B. The significance of anthocyanins in the prevention and treatment of type 2 diabetes. **Adv. Clin. Exp. Med.**, Poland, v.27, n.1, p. 135-142, 2018.

RUFINO, M. de S.; et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food chemistry**, [S. l.], v. 121, n. 4, p. 996-1002, 2010.

SAMUEL, P. et al. Stevia leaf to stevia sweetener: exploring its science, benefits, and future potential. **The Journal of Nutrition**, [S. l.], v. 148, n. 7, p. 1186S-1205S, 2018.

SANDERS, M. E.; et al. Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, [S. l.], v.16, p.605-616, 2019.

SANTOS, T. A. et al. Evaluation of Physical Chemical Characteristics, Antioxidant Activity and Total Phenolics of Jaboticaba Extract Flour (*Myrciaria jaboticaba*). **Científic@ Multidisciplinary Journal**, [S. l.], v.8 n.2, p. 1-13, 2020.

SANTOS, E. K. R. **Efeito do estresse ácido sobre *Lactobacillus rhamnosus* ATCC 7469 na produção de sucos simbióticos contendo inulina e xilitol**. Tese (Doutorado em Biotecnologia). Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021, 118p.

SERAGLIO, S. K. T.; et al. Nutritional and bioactive potential of Myrtaceae fruits during ripening. **Food chemistry**, [S. l.], v. 239, p. 649-656, 2018.

SHEWFELT, R. L.; THAI, C. N.; DAVIS, J. W. Prediction of changes in color of tomatoes during ripening at different constant temperatures. **Journal of Food Science**, [S. l.], v. 53, n. 5, p. 1433-1437, 1988.

SILVA, A. L. V. et al. Beta Glucana da Aveia (*Avena Sativa*) E Sua Relação com o Diabetes Mellitus. **International Journal of Nutrology**, [S. l.], v. 11, n. S 01, p.212, 2018.

SILVA, A. P. G. da. **Composição química e propriedades funcionais de cambucá, jabuticaba e uvaia, frutas nativas da Mata Atlântica.** Tese (Doutorado em Ciências). Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2018, 104p.

SILVA, B. M; et al. Preparation of jabuticaba cream as a strategy for the full use of the fruit: physical-chemical characterization and evaluation of bioactive compounds. **Research, Society and Development**, [S. l.], v.9, n.8, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.6097>. Acesso em: 02 nov. 2021.

SILVA, M. C. et al. Use of the jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) depulping residue to produce a natural pigment with powder functional properties. **LWT**, [S. l.], v.55, v.1, p.203-209, 2014.

SILVA, T. B. R. **Transformações metabólicas in vitro de compostos fenólicos da jabuticaba na digestão e na fermentação colônica.** 2016. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 2016, 94p.

SILVEIRA, T. F. V., VIANNA, C. M. M., MOSEGUI, G. B. G. Brazilian legislation for functional foods and the interface with the legislation for other food and medicine classes: contradictions and omissions. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 1189-1202, 2009.

SIMÕES, L.; SOARES, A.C; SILVA, K. A. Composição centesimal de Jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*), in natura e farinha da casca, cultivada no município de Cachoeira de Macacu – RJ. In: **Anais do simpósio Latino americano de ciência dos alimentos**, 2017, Campinas, Galoá, 2017. Disponível em: <https://proceedings.science/slaca/slaca-2017/papers/composicao-centesimal-de-jabuticaba--myrciaria-cauliflora---in-natura-e-farinha-da-casca--cultivada-no-municipio-de-cach?lang=pt-br>. Acesso em: 11 out. 2022.

STORCK, C. R. et al. Microbiological quality and composition of flour from fruit juice production residues with different granulometries. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 18, p. 277-284, 2016.

STRINGHETA, P. C. **Identificação da estrutura e estudo da estabilidade das antocianinas extraídas da inflorescência de capim gordura (Melinis minutiflora, Pal de Beauv.).** Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, Brasil, 1991, 138p.

SUCCI, M. et al. Survival of commercial probiotic strains in dark chocolate with high cocoa and phenols content during the storage and in a static in vitro digestion model. **Journal of Functional Foods**, India, v. 35, p. 60-67, 2017.

SUCUPIRA, N. R. et al. Methods for measuring antioxidant activity of fruits. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**, [S. l.], v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TACO) 4ª ed.

Campinas: NEPA – UNICAMP, 2017.

TARONE, A. G. et al. Advanced characterization of polyphenols from *Myrciaria jaboticaba* peel and lipid protection in in vitro gastrointestinal digestion. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 359, p. 129959, 2021.

TERPOU, A. et al. Probiotics in food systems: Significance and emerging strategies towards improved viability and delivery of enhanced beneficial value. **Nutrients**, [S. l.], v. 11, n. 7, p. 1591, 2019

TCHEKESSI, C. K. C. et al. Isolation and quantification of lactic acid bacteria from traditional fermented products in Benin. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, [S. l.], v. 3, n. 11, 2014.

THOMAS, M. et al. High levels of avenanthramides in oat-based diet further suppress high fat diet-induced atherosclerosis in *Ldlr*<sup>-/-</sup> mice. **Journal of agricultural and food chemistry**, [S. l.], v. 66, n. 2, p. 498-504, 2018.

TOSH, S. M.; BORDENAVE, N. Emerging science on benefits of whole grain oat and barley and their soluble dietary fibers for heart health, glycemic response, and gut microbiota. **Nutrition Reviews**, [S. l.], v. 78, n. Supplement\_1, p. 13-20, 2020.

TRINDADE, P. L.; et al. Consumption of phenolic rich *jaboticaba* (*Myrciaria jaboticaba*) powder ameliorates obesity-related disorders in mice. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 127, n. 3, p. 1-9, 2021.

TRIPATHI, M. K.; GIRI, S. K. Probiotic functional foods: Survival of probiotics during processing and storage. **Journal of functional foods**, India, v. 9, p. 225-241, 2014.

VALERO-CASES, E.; NUNCIO-JÁUREGUI, N.; FRUTOS, M. J. Influence of fermentation with different lactic acid bacteria and in vitro digestion on the biotransformation of phenolic compounds in fermented pomegranate juices. **Journal of agricultural and food chemistry**, [S. l.], v. 65, n. 31, p. 6488-6496, 2017.

VARGA, M. et al. Phenolic composition and antioxidant activity of colored oats. **Food chemistry**, [S. l.], v. 268, p. 153-161, 2018.

VIEGAS, O.; et al. Delphinidin-3-O-glucoside inhibits angiogenesis via VEGFR2 downregulation and migration through actin disruption. **Journal of Functional Foods**, India, v. 54, p. 393-402, 2019.

VINSON, J.A. et al. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S. l.], v.46, p.3630–3634, 1998.

VOSS, G. B. et al. Functional characterisation and sensory evaluation of a novel synbiotic okara beverage. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 340, p. 127793, 2021.

WANG, J.; XIE, B.; SUN, Z. Quality parameters and bioactive compound bioaccessibility changes in probiotics fermented mango juice using ultraviolet-

assisted ultrasonic pre-treatment during cold storage. **LWT**, [S. l.], v.137, p. 110438, 2021.

WANG, J.; HU, X.; WANG, Z. Kinetics models for the inactivation of *Alicyclobacillus acidiphilus* DSM14558T and *Alicyclobacillus acidoterrestris* DSM 3922T in apple juice by ultrasound. **International journal of food microbiology**, [S. l.], v. 139, n. 3, p. 177-181, 2010.

WANG, P. et al. Oat avenanthramide-C (2c) is biotransformed by mice and the human microbiota into bioactive metabolites. **The Journal of nutrition**, USA, v. 145, n. 2, p. 239-245, 2015.

WROLSTAD, R.E. Color and pigment analyses in fruit products. **Agricultural Experimental Station**, Oregon, v.5, p. 4–20, 1993.

WU, S.; CHUNLIN, L.; KENNELLY, E.J. Phytochemistry and health benefits of jaboticaba, an emerging fruit crop from Brazil. **Food Research International**, [S. l.], v. 54, n. 1, p. 148-159, 2013.

WU, S. B.; et al. Metabolite profiling of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) and other dark-colored fruit juices. **Journal of agricultural and food chemistry**, [S. l.], v. 60, n. 30, p. 7513-7525, 2012.

XU, Y.; et al. Fermentation by probiotic *Lactobacillus gasseri* strains enhances the carotenoid and fibre contents of carrot juice. **Foods**, [S. l.], v. 9, n. 12, p. 1803, 2020.

ZAA, C. A.; PRIETO, F. R.; MARCELO, A. J. Aplicación de las antocianinas obtenidas a partir de *zea mays* l. (maíz morado) como agentes inhibidores de la agregación de los péptidos amiloide y tipo amiloide (tripsina agregada). **Revista de la Sociedad Química del Peru**, Lima, v. 86, n. 4, 2020.

ZAMBIAZI, R.C. **Análise Física Química de Alimentos**. Pelotas: Editora Universitária/UFPEL, v. 1, p. 202, 2010.

ZAGO, M. F. C. et al. Jaboticaba peel in the production of cookies for school food: technological and sensory aspects. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.39, n.6, p. 624-633, 2015.

ŻAKOWSKA-BIEMANS, S. et al. Searching for a Measure Integrating Sustainable and Healthy Eating Behaviors. **Nutrients**, [S. l.], v. 11, n. 1, p. 95, 2019.

ZHENG, B; ZHOU, H; MCCLEMENTS, D. J. Nutraceutical-fortified plant-based milk analogs: Bioaccessibility of curcumin-loaded almond, cashew, coconut, and oat milks. **LWT**, [S. l.], v. 147, p. 111517, 2021.

ZHU, Y. et al. Metabolism and prebiotics activity of anthocyanins from black rice (*Oryza sativa* L.) in vitro. **Plos one**, USA, v. 13, n. 4, p. e0195754, 2018.

ZHU, Y. et al. Influence of mixed probiotics on the the bioactive composition, antioxidant activity and appearance of fermented red bayberry pomace. **LWT**, [S. l.],

v. 133, p. 110076, 2020.

ZICKER, M. C. **Obtenção e utilização do extrato aquoso de jabuticaba (*Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg) em leite fermentado.** Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011, 139p.