

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS – PPGCTA

MARCELLA ALVARES VIEIRA

**BEBIDA VEGETAL FERMENTADA DOS
SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO BARU E
DE BANANA**

GOIÂNIA

2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC n° 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação Tese Outro*: _____

*No caso de mestrado/doutorado profissional, indique o formato do Trabalho de Conclusão de Curso, permitido no documento de área, correspondente ao programa de pós-graduação, orientado pela legislação vigente da CAPES.

Exemplos: Estudo de caso ou Revisão sistemática ou outros formatos.

2. Nome completo do autor

Marcella Alvares Vieira

3. Título do trabalho

BEBIDA VEGETAL FERMENTADA DOS SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO BARU E DE BANANA

4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento SIM NÃO¹

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: **a)** consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a); **b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.



Documento assinado eletronicamente por **Marcella Alvares Vieira, Discente**, em 24/10/2024, às 15:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por Marcio Caliani, Professor do Magistério Superior, em 29/10/2024, às 10:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4862097** e o código CRC **C86C7B2A**.

MARCELLA ALVARES VIEIRA

**BEBIDA VEGETAL FERMENTADA DOS
SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO
BARU E DE BANANA**

Dissertação de mestrado apresentada à
Coordenação do programa de Pós-
Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos da Escola de Agronomia da
Universidade Federal de Goiás, como
exigência para a obtenção do título de
Mestre em Ciência e Tecnologia de
Alimentos.

Área de concentração: Ciência e
Tecnologia de Alimentos

Orientador: Prof^o. Dr^o. Márcio Caliarí

Co-orientador: Prof. Dr. Manoel Soares
Soares Júnior

GOIÂNIA

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Vieira, Marcella Alvares
BEBIDA VEGETAL FERMENTADA DOS SUBPRODUTOS DO
PROCESSAMENTO DO BARU E DE BANANA [manuscrito] /
Marcella Alvares Vieira. - 2024.
CI, 101 f.

Orientador: Profa. Dra. Márcio Caliari; co-orientadora Dra.
Manoel Soares Soares Júnior.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Escola
de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Ciência e
Tecnologia de Alimentos, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

Inclui abreviaturas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. *Dipteryx alata* Vog.. 2. *Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish'. 3.
Alimento funcional. 4. Bebidas vegetais. 5. Probióticos. I. Caliari,
Márcio, orient. II. Título.

CDU 664



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº 209 da sessão de Defesa de Dissertação de Marcella Alvares Vieira, que confere o título de Mestra em Ciência e Tecnologia de Alimentos, na área de concentração em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Aos trinta dias do mês de setembro do ano de dois mil e vinte e quatro, a partir das dez horas e trinta minutos, via videoconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada "BEBIDA VEGETAL FERMENTADA DOS SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DO BARU E DE BANANA". Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Doutor Márcio Caliarí (PPGCTA/UFG), com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Doutora Valéria Quintana Cavicchioli (EA/UFG), membro titular interno e Doutora Adriana Torres Silva e Alves (TECNOLAT/ITAL), membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca não fizeram sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata aprovada pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Adriana Torres Silva e Alves**, **Usuário Externo**, em 29/10/2024, às 07:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marcio Caliarí**, **Professor do Magistério Superior**, em 29/10/2024, às 10:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Valeria Quintana Cavicchioli**, **Professora do Magistério Superior**, em 29/10/2024, às 14:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_externo=0, informando o código verificador **4862098** e o código CRC **0DEEC944**.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me proporcionar força e coragem ao longo desta jornada. Agradeço à minha família, especialmente à minha mãe e à minha irmã, pelo suporte incondicional e amor constante. A presença de vocês foi fundamental para que eu pudesse chegar até aqui.

A Universidade Federal de Goiás e o Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) merecem meu profundo agradecimento pela oportunidade de realizar este mestrado. Em especial, à coordenação do programa, representada pela professora Dra. Tatianne Ferreira de Oliveira, pelo apoio e suporte ao longo desta jornada. À CAPES pelo financiamento dos meus estudos, que foi essencial para a realização deste projeto e para o desenvolvimento da minha pesquisa.

Agradeço ao meu orientador, Professor Dr. Márcio Caliari, e ao co-orientador, Professor Dr. Manoel Soares Soares Júnior, pelo seu compromisso e pelo trabalho desenvolvido durante todo o processo.

Estendo minha gratidão à Professora Dra. Adriana Torres Silva e Alves e à técnica Fabiana Trento, ambas do ITAL-SP, pelo auxílio e pela colaboração durante as etapas deste trabalho. Agradeço também às professoras Dra. Valéria Quintana Cavicchioli e Dra. Cíntia Minafra, do CPA-UFG, pelas orientações e pelo auxílio contínuo.

Aos colegas de laboratório do LABDARSA, ao técnico e às alunas de iniciação sou grata pelo auxílio, pelas risadas e pelos momentos de inteiração que tornaram os dias mais leves e agradáveis.

Aos colegas do LABFOOD, que me receberam na fase inicial da pesquisa. Ao professor Júlio Colivet, agradeço o auxílio na reta final das análises. Sua ajuda foi fundamental para concluir as etapas finais deste trabalho com sucesso. Taís Aragão, agradeço por seu apoio e por estar presente nesta jornada.

Não menos importante, agradeço ao companheirismo da Karina, Jordanna e Sabrina, que foram essenciais ao me ouvirem e me ajudarem nos desafios enfrentados, e até colocando a mão na massa comigo.

A todos os colegas da turma do mestrado, agradeço pelo companheirismo, pelas experiências compartilhadas e pelas boas risadas.

A equipe Dolci Empório merece um agradecimento especial por ter compreendido meu processo e por ter viabilizado minha carga horária de trabalho,

permitindo que eu pudesse finalizar o mestrado. O apoio e a flexibilidade fornecidos foram fundamentais para a conclusão bem-sucedida desta etapa

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A preocupação global com o desperdício de alimentos impulsiona a utilização de subprodutos para reduzir o impacto ambiental e criar produtos nutritivos. Essa abordagem também favorece a incorporação de alimentos locais na dieta, promovendo hábitos saudáveis e estimulando o desenvolvimento econômico. Neste contexto, a torta desengordurada de baru (subproduto da extração do óleo) e bananas verdes que seriam descartadas por não possuírem padrão comercial, são subprodutos que podem ser utilizados para contribuir para uma abordagem sustentável na produção alimentar. Este estudo visa desenvolver bebidas fermentadas usando torta parcialmente desengordurada de baru, enriquecidas com farinha de banana verde integral (FBV) em diferentes concentrações e adicionadas de uma cultura probiótica mista. Os objetivos incluem a produção e caracterização das propriedades nutricionais, físico-químicas, morfológicas e tecnológicas da FBV. Será avaliado o impacto da incorporação da FBV nas propriedades físico-químicas, nutricionais, nos compostos bioativos (compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante), na avaliação sensorial, assim como a viabilidade probiótica das bebidas elaboradas. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, que consistiram na adição de diferentes concentrações de FBV (0, 1.5, 3, 4.5 e 6%) nas bebidas, com três repetições originais. Como resultado foi possível observar que a FBV se apresenta como fonte de proteínas (6,51 g/100g) e alto teor de fibras (18,62 g/100g). A incorporação da FBV modificou as propriedades físico-químicas das bebidas elaboradas, principalmente a sinérese, gerando melhor estabilidade. Além das propriedades físico-químicas, a FBV melhorou o perfil nutricional das bebidas, tornando-as fonte de proteínas e fibras. A bebida com 6% de FBV destacou-se obtendo os melhores resultados, em relação às demais, apresentando elevados teores de proteínas e fibras. As bebidas apresentaram uma melhora no teor de compostos fenólicos e na atividade antioxidante com a incorporação da FBV. Pode-se comprovar o efeito simbiótico das bebidas elaboradas, onde todas as bebidas apresentaram contagem mínima necessária de culturas probióticas. Por fim, as bebidas com concentrações de FBV intermediárias (3 e 4,5%) obtiveram uma melhor aceitação sensorial. Os resultados indicam que é possível o aproveitamento de matérias-primas não convencionais, através da inovação tecnológica com o desenvolvimento de bebidas vegetais fermentadas, com apelo de funcionalidade, incentivando a biodiversidade do bioma e a economia local.

Palavras-chave: *Dipteryx alata* Vog., *Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish', Alimento funcional; Bebidas vegetais; Farinha de banana verde; Probióticos.

ABSTRACT

Global concern about food waste is driving the use of by-products to reduce environmental impact and create nutritious products. This approach also favors the incorporation of local foods into the diet, promoting healthy habits and stimulating economic development. In this context, defatted baru cake (a by-product of oil extraction) and green bananas, which would otherwise be discarded because they are not of commercial standard, are by-products that can be used to contribute to a sustainable approach to food production. This study aims to develop fermented beverages using partially defatted baru cake, enriched with whole green banana flour (WBF) in different concentrations and added with a mixed probiotic culture. The objectives include the production and characterization of the nutritional, physicochemical, morphological and technological properties of the FBV. In addition, the impact of FBV incorporation on the physicochemical and nutritional properties, bioactive compounds (total phenolic compounds and antioxidant capacity), sensory evaluation, as well as the probiotic viability of the prepared beverages will be evaluated. A completely randomized experimental design was used, with five treatments consisting of the addition of different concentrations of FBV (0, 1.5, 3, 4.5 and 6%) to the drinks, with three original replications. The results showed that FBV is a source of protein (6.51 g/100g) and high fiber content (18.62 g/100g). The incorporation of FBV changed the physicochemical properties of the beverages, especially their syneresis, leading to better stability. In addition to the physicochemical properties, FBV improved the nutritional profile of the drinks, making them a source of protein and fiber. The drink with 6% FBV stood out, obtaining the best results compared to the others, with high levels of protein and fiber. The drinks showed an improvement in the content of phenolic compounds and antioxidant activity with the incorporation of FBV. The symbiotic effect of the beverages can be proven, as all the drinks had the minimum required count of probiotic cultures. Finally, the drinks with intermediate concentrations of FBV (3 and 4.5%) had the best sensory acceptance. The results indicate that it is possible to make use of unconventional raw materials through technological innovation with the development of fermented vegetable drinks with functional appeal, encouraging the biodiversity of the biome and the local economy.

Keywords: *Dipteryx alata* Vog., *Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish', Functional food; Vegetable drinks; Green banana flour; Probiotics.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estrutura do fruto do baru: (A) visão interna, (B) amêndoa de baru e (C) torta parcialmente desengordurada.	21
Figura 2. Cromatograma dos compostos orgânicos voláteis da FBV	47
Figura 3. Coloração da farinha de banana verde integral: fruto após processo de secagem (A) e cor resultante da farinha de banana verde obtida a partir do Nix Color Sensor (B).....	49
Figura 4. Propriedade térmica do amido da FBV.....	51
Figura 5. Viscoamilograma com as propriedades de pasta do amido da FBV.....	53
Figura 6. Micrografias eletrônicas de varredura de três diferentes aumentos do amido da FBV.....	57
Figura 7. Histograma de frequência do tamanho dos grânulos de amido da FBV.....	58
Figura 8. Propriedades <i>colorimétricas das bebidas</i> fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%): (A) luminosidade, (B) hue e (C) croma.	78
Figura 9. Representação visual das cores das bebidas fermentados de FPDB e FBV, a partir do Nix Color: (A) bebida controle, (B) bebida com incorporação de 1,5% de FBV, (C) 3% de FBV, (D) 4,5% de FBV e (E) incorporação de 6% de FBV.	79
Figura 10. Parâmetro químicos das bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%): (A) sólidos solúveis, (B) pH e (C) acidez titulável.	80
Figura 11. Comportamento da sinérese nas bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).	81
Figura 12. Curva de fluxo da viscosidade de bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).	82
Figura 13. Curva de fluxo da tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento das bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).....	83
Figura 14. Mapa de calor da matriz de correlação de Pearson. A intensidade da cor é proporcional ao coeficiente de correlação de Pearson. (A) bebida vegetal fermentada controle, (B) bebida vegetal fermentada com 1,5% de FBV, (C) com 3% de FBV, (D) com 4,5% de FBV e (E) com 6% de FBV.....	87

Figura 15. Valores da variação do pH nas bebidas vegetais fermentadas ao longo de 28 dias de armazenamento a $6\pm 1^\circ\text{C}$91

Figura 16. Valores da viabilidade celular (log UFC/mL) de *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus sp.* e *Bifidobacterium sp.* nas bebidas vegetais fermentadas ao longo de 28 dias de armazenamento a $6\pm 1^\circ\text{C}$92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química da amêndoa de baru	21
Tabela 2. Composição proximal da farinha de banana verde integral (FBV)	45
Tabela 3. Identificação dos compostos voláteis da FBV	47
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos da FBV	48
Tabela 5. Perfil de textura da FBV	55
Tabela 6. Composição proximal e perfil mineral das bebidas vegetais fermentadas de FPDB e FBV.....	75
Tabela 7. Parâmetros de ajustes utilizando modelo reológico de Herschel-Bulkley.....	84
Tabela 8. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).	85
Tabela 9. Análise microbiológica das bebidas vegetais fermentadas elaboradas.....	88
Tabela 10. Atributos sensoriais e intenção de compra das bebidas elaboradas.....	89
Tabela 11. Parâmetros estimados pelos modelos de primeira ordem, logístico e de Gompertz.	94

LISTA DE ABREVIATURAS

a* – Indica a variação de cor do verde (- a*) até o vermelho (+ a*)

ABTS⁺ – Ácido 2,2' – Azino-bis(3-etilbenzoatina-6-sulfônico)

ANOVA – Análise de variância

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

AR – Amido resistente

b* – Indica a variação de cor do azul (- b*) até o amarelo (+ b*)

BOD – Demanda Bioquímica de Oxigênio

CIE – Comissão Internacional de Iluminação

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

DPPH – Radical (2,2-Difenil-1-picryl-hidrazil)

DSC – Calorimetria Exploratória Diferencial

EDS – Energy dispersive x-ray detector

FBV – Farinha de banana verde

FPDB – Farinha parcialmente desengordurada de baru

g – Grama

GAE – Ácido gálico

H° – Ângulo Hue

HTST – High temperature short time

L* – Indica valores de luminosidade

PEBD – Polietileno de baixa densidade

pH – Potencial hidrogeniônico

RVA – Analisador Rápido de Viscosidade

RVU – Rapid Visco Units

VDR – Valor diário recomendado

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	7
RESUMO	9
ABSTRACT.....	10
LISTA DE FIGURAS	11
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE ABREVIATURAS	14
CAPÍTULO 1.....	18
1.1. INTRODUÇÃO.....	18
1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
1.2.1. DESTAQUE DO BARU NO BIOMA CERRADO	20
1.2.2. A PRODUÇÃO DA BANANA: SUBPRODUTO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL ..	23
1.2.3. BEBIDA VEGETAL FERMENTADA (<i>PLANT-BASED</i>).....	25
1.2.4. PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E SIMBIÓTICOS.....	27
1.3. OBJETIVOS.....	29
1.3.1. OBJETIVO GERAL.....	29
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	29
1.4. REFERÊNCIAS	30
CAPÍTULO 2.....	37
APROVEITAMENTO INTEGRAL DE BANANA VERDE PARA ELABORAÇÃO DE FARINHA: INGREDIENTE FUNCIONAL PARA INCORPORAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS	37
RESUMO	37
2.1. INTRODUÇÃO	38
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	39
2.2.1. MATERIAL.....	39
2.2.2. PRODUÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE	39
2.2.3. COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE	40
2.2.4. ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS.....	41
2.2.5. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DA FBV	41
2.2.6. PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA FBV.....	42
2.2.6.1. Propriedades térmicas da FBV	42
2.2.6.2. Propriedades de pasta da FBV.....	43
2.2.6.3. Perfil de textura da FBV.....	43
2.2.6.4. Índice de solubilidade em água e absorção de água da FBV.....	43
2.2.7. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DA FBV	44
2.2.8. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ESTATÍSTICO.....	44
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
2.3.1. COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE	45

2.3.2.	ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS.....	46
2.3.3.	ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE BANANA VERDE	48
2.3.4.	PROPRIEDADES TÉRMICAS	51
2.3.5.	PROPRIEDADES DE PASTA.....	52
2.3.6.	PERFIL DE TEXTURA	54
2.3.7.	ÍNDICE DE SOLUBILIDADE E ABSORÇÃO DE ÁGUA	56
2.3.8.	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA.....	56
2.4.	CONCLUSÃO	58
2.5.	REFERÊNCIAS	59
CAPÍTULO 3		64
DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS FERMENTADAS DO SUBPRODUTO DE BARU COM POTENCIAL PROBIÓTICO INCORPORADAS DE FARINHA DE BANANA VERDE		64
RESUMO		64
3.1.	INTRODUÇÃO	65
3.2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	66
3.2.1.	MATERIAL.....	66
3.2.2.	PRODUÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE (FBV).....	67
3.2.3.	PRODUÇÃO DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DE BARU (FPDB).....	67
3.2.4.	PRODUÇÃO DAS BEBIDAS VEGETAIS FERMENTADAS	67
3.2.5.	COMPOSIÇÃO PROXIMAL E PERFIL DE MINERAIS	68
3.2.6.	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS BEBIDAS VEGETAIS	69
3.2.7.	ANÁLISE REOLÓGICA	70
3.2.8.	COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	70
3.2.9.	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	71
3.2.10.	ANÁLISE SENSORIAL E INTENÇÃO DE COMPRA	71
3.2.11.	ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DAS BEBIDAS VEGETAIS FERMENTADAS.....	72
3.2.11.1.	Avaliação do pH.....	72
3.2.11.2.	Viabilidade celular das bactérias probióticas	72
3.2.12.	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ESTATÍSTICO	74
3.3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
3.3.1.	COMPOSIÇÃO PROXIMAL E TEOR DE MINERAIS.....	74
3.3.2.	CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DAS BEBIDAS VEGETAIS	78
3.3.3.	ANÁLISE REOLÓGICA	82
3.3.4.	COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	85
3.3.5.	ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS	88
3.3.6.	ANÁLISE SENSORIAL	89
3.3.7.	ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DAS	

BEBIDAS VEGETAIS FERMENTADAS.....	90
3.3.7.1. Avaliação do pH.....	90
3.3.7.2. Viabilidade celular das bactérias probióticas	92
3.4. CONCLUSÃO	96
3.5. REFERÊNCIAS	97

CAPÍTULO 1

1.1. INTRODUÇÃO

Com a crescente disponibilidade de informações sobre a qualidade dos alimentos, os consumidores estão mais atentos e exigentes em relação à segurança destes, criando também maior conscientização em relação à segurança alimentar global. Desse modo, há uma progressiva demanda por alternativas de aproveitamento de produtos, subprodutos e/ou resíduos que são descartados, para a inovação em insumos e ingredientes não tradicionais. Essa nova tendência induz também a valorização de alimentos locais na dieta e na elaboração de novos produtos, promovendo hábitos alimentares saudáveis e contribuindo para o desenvolvimento da economia local (RAMOS et al., 2020; VIEIRA, ZUÑIGA, OGAWA, 2020).

O Cerrado Brasileiro oferece como alternativa os frutos nativos. Esses têm atraído atenção por suas propriedades nutricionais e funcionais, juntamente com seu potencial de agregar valor aos alimentos e manter a biodiversidade do bioma. A aplicação de tecnologia para aproveitamento dos subprodutos dos frutos do Cerrado, comumente consumidos pela comunidade local, incentiva a manutenção das florestas, tornando os produtos nativos mais acessíveis, melhorando a qualidade e valorizando aspectos culturais (SANTOS et al., 2020; VIEIRA, ZUÑIGA, OGAWA, 2020).

Dentro da biodiversidade do bioma Cerrado, o baruzeiro (*Dipteryx alata Vogel*), é evidenciado por seus efeitos benéficos à saúde, aplicabilidade tecnológica e como ingrediente funcional no preparo de alimentos. O cultivo do baru é promissor, possui baixo impacto ambiental e proporciona renda aos agricultores locais (LIMA et al., 2022), onde, sua amêndoa é extraída para fins comerciais, assim como seu óleo. Para a produção de óleo de baru também se produz uma torta, que pode ser aproveitada. Em vista disso, esse subproduto da extração de óleo de baru pode ser utilizado na produção de bebidas fermentadas hidrossolúveis vegetais, sendo uma alternativa viável para parte da população, que sofre com alergias ou intolerâncias a produtos de origem animal, por questões ideológicas ou até mesmo para quem anseia por uma alimentação mais saudável, por ser o baru altamente nutritivo. As bebidas produzidas a partir do extrato de vegetais (de castanha, arroz, soja, entre outras) têm tido bastante atenção pela sua funcionalidade (KITIBUNCHAKUL et al., 2021; SILVA et al., 2022).

A amêndoa do baru, que é uma das partes mais utilizadas do fruto, é rica em lipídeos, proteína, fibra alimentar e minerais (LIMA et al., 2022). Associado a essas propriedades, seu extrato possui potencial como carreador de probióticos. Existem evidências de que a adição de ingredientes com alegação prebiótica aos extratos vegetais das amêndoas de baru é importante para maximizar a viabilidade das culturas probióticas, gerando um efeito simbiótico (COUTINHO et al., 2023). As fibras alimentares possuem, também, diversos benefícios para a saúde humana. Como são substâncias de alto peso molecular encontradas em diversos grãos, hortaliças e frutas; são consideradas prebióticas (KANWAR, YADAV, YADAV, 2023).

A banana contém quantidade considerável de fibra alimentar e alta concentração de amido resistente à amilase, que não é digerido e nem absorvido no intestino, que estimulam a produção de ácidos graxos de cadeia curta no intestino, são úteis no tratamento de constipação e tem grande potencial prebiótico (ABDUL RAHIM et al., 2019; SUN et al., 2019). Cabe ressaltar que no processo de seleção dos cachos de banana, a parte inferior são descartadas por não atender padrão de qualidade desejado pelo consumidor (FALCOMER et al., 2019). Sendo assim, optou-se, neste projeto, por estudar o aproveitamento deste subproduto agrícola como fonte de fibra alimentar, adicionando sua farinha em bebidas vegetais de torta parcialmente desengordurada de amêndoas de baru.

Com base nas considerações apresentadas e no contexto do desenvolvimento de produtos, além da crescente demanda por produtos funcionais, este trabalho visa avaliar bebidas vegetais hidrossolúveis fermentadas em relação ao seu potencial valor (prebiótico e probiótico), utilizando a farinha de banana verde integral como ingrediente. A intenção é atender a uma parte da população interessada em uma alimentação diferenciada e nutritiva, além de indivíduos com algum grau de intolerância ou alergia alimentar, levando em consideração a necessidade de sustentabilidade no aproveitamento de subprodutos agrícolas e contribuindo para a sustentabilidade das cadeias produtivas envolvidas. A elaboração deste novo produto será uma alternativa de valorização dos produtos regionais do bioma Cerrado, além de se fazer o aproveitamento das amêndoas quebradas, do subproduto gerado na extração do óleo de baru e do subproduto agrícola da colheita da banana, as bananas verdes fora de padrão de comercialização, ajudando a melhorar a sustentabilidade da cadeia do baru e da banana.

1.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.2.1. DESTAQUE DO BARU NO BIOMA CERRADO

Para contextualizar a espécie do barueiro (*Dipteryx alata* Vog.), é importante entender seu habitat natural, o bioma Cerrado, que é o segundo maior ecossistema brasileiro e uma das regiões de savana tropical mais ricas em biodiversidade do mundo (CARVALHO; CASTRO, 2023). Este bioma é distribuído nos estados da Bahia, Maranhão, Piauí, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Tocantins, São Paulo, Distrito Federal, Paraná e Rondônia (CARVALHO; CASTRO, 2023). Apesar da grande variedade de espécies encontradas no Cerrado, muitas comunidades locais ainda não exploram seu potencial produtivo devido à falta de conhecimento científico e baixo incentivo ao desenvolvimento de tecnologias para agricultores familiares e processos inovadores (OLIVEIRA-ALVES et al., 2020; LIMA et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2020).

O fruto do barueiro apresenta uma forma ovalada e uma cor marrom-claro. Cada fruto contém apenas uma semente, o que corresponde a cerca de 5% do total do fruto (ALVES et al., 2010). O fruto é composto por três camadas (Figura 1A): o epicarpo, que é a casca fina; o mesocarpo, que é uma camada fibrosa conhecida como polpa; e o endocarpo, que é uma camada rígida e lenhosa que reveste a semente, também chamada de amêndoa ou noz. A amêndoa do baru (Figura 1B) tem uma forma oval e elíptica e é coberta por uma fina película marrom escura (ALVES-SANTOS; FERNANDES; NAVES, 2021). Durante o processo de extração da amêndoa, é gerada uma grande quantidade de subprodutos, como a própria amêndoa quebrada com sua fina camada de cobertura danificada, o epicarpo, o mesocarpo e o endocarpo. Estima-se que anualmente sejam geradas cerca de 2.200 toneladas/ano de subprodutos provenientes do cultivo do baru (GAUTÉRIO et al., 2022).

As amêndoas quebradas ou danificadas durante o processo de quebra do endocarpo são destinadas à produção de farinha de baru ou para extração de óleo. O óleo de baru, que possui alto teor de ácido linoleico, é extraído principalmente por métodos como a prensagem a frio e em alguns casos, por processos que utilizam solventes orgânicos. Ambos resultam em dois coprodutos, o óleo e a torta parcialmente desengordurada de baru (Figura 1C) (ARACAVA et al., 2022, ROCHA, 2012).



Figura 1. Estrutura do fruto do baru: (A) visão interna, (B) amêndoa de baru e (C) torta parcialmente desengordurada.

Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

A amêndoa do baru, além de ser um ingrediente de sabor agradável e único, oferece um potencial nutricional favorável e benefícios à saúde, tornando-se um ingrediente funcional na indústria alimentícia, principalmente por sua composição química, com alto teor de lipídios e proteína, vitaminas, minerais, fibra alimentar, açúcares, aminoácidos e compostos bioativos, o que o torna uma fonte valiosa de nutrientes, como demonstrado na Tabela 1 (LIMA et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2020).

Tabela 1. Composição química da amêndoa de baru

Parâmetros	Lima et al., 2021	Oliveira et al, 2020
Umidade (g/100g)	2,07±0,03	--
Cinzas (g/100g)	3,10±0,17	--
Lipídios (g/100g)	41,69±1,21	--
Proteínas (g/100g)	24,95±0,68	--

Fibras totais (g/100g)	--	--
Açúcar total (%)	--	6,90±0,20
Minerais		
Fósforo (mg/g)	3,31	0,42
Potássio (mg/g)	9,43	--
Cálcio (mg/g)	6,38	0,33
Magnésio (mg/g)	2,16	0,26
Ferro (mg/g)	95,35	232,56
Manganês (mg/g)	20,05	35,63
Cobre (mg/g)	9,60	9,46
Zinco (mg/g)	22,65	46,76
Boro (mg/g)	21,35	1,40
Compostos bioativos		
Fenólicos totais (mg GAE/100 g)	1171,95±20,30	510,40±18,00
DPPH (µmol Trolox/g)	100,08±1,44	283,40±4,40
ABTS (µmol Trolox/g)	185,64±3,37	1,30±0,20

Fonte: LIMA et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2020

Apesar da composição valiosa da amêndoa de baru, alguns fatores antinutricionais, como inibidores de tripsina, taninos e ácido fítico estão presentes na amêndoa, e por isso, seu consumo *in natura* não é recomendado. Esses compostos podem interferir na absorção de nutrientes, além de ocasionarem efeitos tóxicos ao organismo. Para tornar as amêndoas de baru aptas para o consumo é necessário que elas sejam submetidas a um processo térmico de torrefação. A torrefação reduz a níveis seguros os fatores antinutricionais, além de tornar as amêndoas mais atraentes para o consumo, melhorando sua textura, sabor e aroma (ALVES-SANTOS; FERNANDES; NAVES, 2021; ROCHA, 2012).

O barueiro apresenta grande potencial para o cultivo devido aos seus diversos usos, que incluem alimentação, uso madeireiro, medicinal, industrial, paisagístico e em recuperação de áreas degradadas (ANTUNES et al., 2020; SILVA et al., 2020). Além disso, a diversidade de usos também pode garantir a sustentabilidade da produção, já que a dependência de apenas um mercado pode ser arriscado para o produtor. Portanto, o barueiro apresenta um grande potencial para o cultivo e uso sustentável, contribuindo para a diversificação da produção e para a preservação ambiental.

Assim, a importância das espécies nativas, como o baru, vai além de seus

benefícios à saúde, pois também contribuem para a preservação do bioma (GONÇALVES et al., 2020). A elaboração de produtos com matérias-primas locais, principalmente com potencial comercial, é uma forma de aumentar a renda familiar, que, por sua vez, se traduz posteriormente em melhor qualidade de vida, e preservar a cultura, o ambiente e as tradições locais.

1.2.2. A PRODUÇÃO DA BANANA: SUBPRODUTO AGRÍCOLA E INDUSTRIAL

A banana (*Musa* spp.) é amplamente conhecida e consumida em todo o mundo e a segunda fruta mais cultivada no Brasil depois dos cítricos, sendo consumida por todas as classes sociais e faixa etárias. Além de ser bastante saborosa e acessível, essa fruta tropical também pode ser destacada pela sua fácil digestão e suas qualidades nutricionais, como a presença de aminoácidos essenciais, potássio e ácidos graxos poliinsaturados (BORGES et al., 2023; VISHALA; SINGH, 2021).

A banana é uma fruta de grande importância econômica para o Brasil, já que o país é o quarto maior produtor mundial, depois da Índia, China e Indonésia (BORGES et al., 2023). É cultivada em todos os 26 estados brasileiros e no Distrito Federal, sendo que São Paulo, Bahia e Minas Gerais são os principais estados produtores (BORGES et al., 2023). Segundo a Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG, 2021), o estado de Goiás ocupa o nono lugar no ranking de produção de banana.

O cultivo da banana gera uma grande quantidade de resíduos agrícolas como por exemplo os pseudocaules, folhas, engaço de bananeira e cascas de frutas industrializadas (FERNANDES et al., 2013). O principal resíduo gerado da industrialização da banana, é a casca, que representa aproximadamente 40% do peso total da fruta (OLIVEIRA et al., 2021). Além disso, alguns dos frutos colhidos são descartados antes mesmo da comercialização. O descarte desse resíduo ocorre devido a diversos fatores e um deles é por não atingirem o tamanho padrão comercial (FERNANDES et al., 2013).

Com a crescente preocupação mundial em relação ao desperdício de alimentos, o aproveitamento de resíduos e subprodutos da industrialização de alimentos contribui com a redução do impacto ambiental, assim como a elaboração de novos produtos com valor nutritivo agregado (RAMOS et al., 2020).

No entanto, a produção de banana enfrenta desafios devido a quantidade considerável de perdas, aproximadamente 20%, devido a falhas relacionadas ao

tamanho e aparência que tornam os frutos impróprios para a comercialização (FALCOMER et al., 2019). Para mitigar essas perdas, o processamento de frutas, especialmente a utilização de bananas verdes nos primeiros estágios de amadurecimento, tem emergido como uma estratégia promissora. Alinhado com a redução do desperdício de alimentos e a elaboração de novos produtos com valor nutricional e sensorial agregado, a utilização de subprodutos da banana poderia se tornar uma prática inovadora (KHOOZANI; BEKHIT; BIRCH, 2019; KRAITHONG; ISSARA, 2021).

O consumo da fruta em seu estágio inicial de maturação gera resistência ao consumo, devido a presença de taninos, que são substâncias que conferem uma textura firme e sabor adstringente (FALCOMER et al., 2019). Desta forma, uma alternativa viável para o consumo de banana verde seria o uso para produção de farinha. A utilização da banana verde com casca para produção de farinha, além de produzir um novo ingrediente altamente nutritivo com durabilidade maior que o fruto *in natura*, também se torna uma alternativa para reduzir o desperdício (FALCOMER et al., 2019; SÁ et al., 2021; THAKAENG et al., 2021).

O valor nutricional das bananas varia com a maturidade. A banana verde contém alta atividade antioxidante/oxidativa, compostos fenólicos, fibra alimentar e amido resistente (ANYASI et al., 2018). O amido resistente é um tipo de fibra alimentar que não é digerida pelo organismo humano, podendo ser considerada prebiótica, pois estimulam a atividade e multiplicação de bactérias benéficas do intestino, sendo classificado como um alimento funcional (ALVARADO-JASSO et al., 2020).

O termo "amido resistente" (AR) foi cunhado por Englyst e colaboradores, em 1982, após a realização de experimentos científicos com polissacarídeos não amiláceos. Através desses experimentos, eles observaram que uma parte do amido ainda permanecia intacto após a hidrólise enzimática. Somente na década de 90, o AR foi definido como a quantidade total de amido e seus produtos de degradação que resistem à digestão no intestino delgado de indivíduos saudáveis (ENGLYS; WIGGINS; CUMMINGS, 1982).

Segundo Lii et al. (1982), a polpa da banana verde comparada com a banana madura difere em amido, sacarose e açúcares redutores. Essa diferença é causada pelo processo de amadurecimento, que gera a conversão do amido em açúcar, reduzindo o teor de AR no fruto maduro, tornando não funcional. O mesmo ocorre com os minerais, que são mais elevados nos frutos verdes.

1.2.3. BEBIDA VEGETAL FERMENTADA (*PLANT-BASED*)

A busca por uma alimentação mais saudável e nutritiva tem levado a mudanças nos hábitos alimentares da população (RAMOS et al., 2020). Nesse sentido, os alimentos com alegações funcionais têm se tornado populares.

Os alimentos funcionais são aqueles que, além de suas funções nutricionais básicas, possuem componentes biologicamente ativos, quando consumidos em quantidades adequadas, causando efeitos metabólicos e/ou fisiológicos benéficos, além de estar diretamente relacionados com a redução do risco de doenças crônicas (ANVISA, 1999). Tais substâncias podem ser encontradas em diversos alimentos, como frutas, verduras, legumes e cereais. Entre os diversos compostos funcionais pode-se destacar os antioxidantes, as fibras alimentares, os ácidos graxos polinsaturados, minerais, os probióticos, entre outros (MANOJ et al., 2023; VALERO-CASES et al., 2020; SYIEMLIH, MORYA, 2022; KHAN, MORYA, CHATTU, 2021).

Os produtos lácteos fermentados com bactérias ácido lácticas têm se destacado como importante fonte de probióticos (ARTILHA et al., 2020). Segundo a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 241/2018, os probióticos são microrganismos vivos que, quando consumidos em quantidades adequadas, conferem benefícios à saúde do indivíduo (BRASIL, 2018). Eles também auxiliam na manutenção da microbiota intestinal saudável, contribuindo para o fortalecimento do sistema imunológico e prevenção de doenças (VALERO-CASES et al., 2020; MARCO et al., 2017).

No entanto, a necessidade por parte da população que é intolerante à lactose ou alérgica à proteína do leite, tem impulsionado o mercado de produtos probióticos à base de vegetais. Além disso, o movimento vegano tem crescido, aumentando a demanda por produtos que não utilizem ingredientes de origem animal (SYIEMLIH, MORYA, 2022; SILVA et al., 2022). Nesse sentido, as bebidas fermentadas hidrossolúveis à base de vegetais têm se tornado populares. Elas são produzidas a partir de bactérias probióticas, que fermentam os açúcares presentes nos vegetais, resultando em uma bebida aromática e rica em nutrientes. Logo, a utilização de bactérias probióticas para produção de bebidas não lácteas se tornou uma opção viável, por conseguir atender as necessidades da população (ALBUQUERQUE et al., 2021).

Apesar das bebidas vegetais já serem consumidas desde as antigas civilizações,

como parte da tradição de várias culturas, produzidas em pequena escala para autoconsumo, há um novo interesse no desenvolvimento e estudo desses produtos. No Egito antigo (2400 a.C.), há evidências do consumo de uma bebida produzida a partir de um tubérculo da região, a chufa. Posteriormente, após a conquista do Egito, 30 a.C, o Império Romano introduziu essa bebida em sua cultura (REGO, VIALTA, MADI, 2023). O romano Cato, no século II a.C., descreveu as propriedades nutricionais da água de cevada em sua obra “De Agri Cultura”. Entre os anos 25 e 220 d.C., foi encontrada uma pedra da Dinastia Han Oriental, na China, contendo instruções para produzir uma bebida à base de soja. Durante a Idade Média, a historiadora Carolyn Walker Bynum menciona o consumo de bebida de amêndoas entre a aristocracia em uma de suas obras (REGO, VIALTA, MADI, 2023).

Hoje, a alternativa vegetal mais conhecida ao leite de vaca é a bebida à base de soja, porém parte da população também sofre com alergias relacionadas ao consumo de soja (JESKE, ZANNINI, ARENDT, 2017). Nesse sentido, vários estudos buscam investigar a produção de bebidas fermentadas a base de arroz, suco de frutas (MANOJ et al., 2023), amêndoas e castanhas (COUTINHO et al., 2023; SILVA et al., 2022), entre outros.

Conforme a RDC nº 268/2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), as bebidas vegetais sem encaixam na denominação de produto proteico de origem vegetal:

“[...] são os alimentos obtidos a partir de partes proteicas de espécies vegetais, podendo ser apresentados em grânulo, pó, líquido, ou outras formas com exceção daquelas não convencionais para alimentos. Podem ser adicionados de outros ingredientes, desde que não descaracterizem o produto. Os produtos devem ser designados de “Proteína” ou “Extrato” ou “Farinha”, conforme o teor proteico mínimo, ou “Glúten”, seguido do nome comum das espécies vegetais de origem. Na designação, podem ser usadas expressões consagradas pelo uso, processo de obtenção, forma de apresentação, finalidade de uso e ou característica específica. Quando adicionados de outros ingredientes, os mesmos devem fazer parte da designação [...]” (BRASIL, 2005).

A pandemia da COVID-19 resultou em diversas mudanças, entre elas em relação à alimentação, em que houve um crescimento por produtos *plant-based*, segundo o Food

Innovation (2021). Há uma projeção de faturamento de US\$ 131,8 milhões (R\$ 728,27 milhões) até 2025 para esse segmento (STUCCHI, 2022).

Dentre as diversas opções de matérias-primas de origem vegetal para a produção da bebida fermentada probiótica, o baru pode ser considerado uma boa alternativa. Essa amêndoa é rica em lipídios, proteínas, fibras alimentares e, principalmente, minerais (LIMA et al., 2022). Além disso, como forma de maximizar a viabilidade das culturas probióticas na produção de bebidas fermentadas, há evidências de que a adição de ingredientes com funções prebióticas é uma alternativa eficaz para a sobrevivência das cepas probióticas (COUTINHO et al., 2023).

1.2.4. PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS E SIMBIÓTICOS

Os probióticos e prebióticos são dois termos amplamente utilizados no contexto da saúde intestinal. Ambos são fundamentais para manter a microbiota intestinal saudável e em equilíbrio. Como já citado, os probióticos são microrganismos benéficos que habitam naturalmente o trato gastrointestinal e, quando ingeridos em quantidades adequadas, colonizam o intestino, competindo com outros microrganismos presentes no local. Suas funções principais incluem o equilíbrio da microbiota intestinal e a modulação do sistema imunológico, contribuindo para a redução de inflamações advindas de alergias alimentares e de doenças crônicas (GU et al., 2023). Já os prebióticos, são substâncias não digeríveis que estimulam o crescimento e atividade de bactérias benéficas no intestino (VALERO-CASES et al., 2020; MARCO et al., 2017; COUTINHO et al., 2023).

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2021), as bactérias apontadas como probióticas são: *Lactobacillus delbrueckii*, grupo *Lactobacillus plantarum* ou grupo *Lactobacillus casei*, além de *Bifidobacterium animalis* e *Bifidobacterium longum*. Essas espécies têm sido associadas a benefícios significativos para saúde intestinal e geral. Estudos apontam que os probióticos podem enriquecer a microbiota intestinal, promovendo melhorias a saúde imunológica, restaurando a integridade da barreira intestinal e exercendo efeitos anti-inflamatórios (KOPPE et al., 2015, RODRIGUES NETO; RODRIGUES, 2023). Além disso, pesquisas recentes dão destaque aos probióticos por ajudarem na correção da disbiose e demonstram efeitos positivos na redução de biomarcadores de estresse oxidativo,

inflamação e outros indicadores em pacientes com doenças renais cônicas (FAGUNDES et al., 2018; LIU et al., 2022)

De acordo com estudos recentes, o mecanismo de ação dos probióticos está diretamente relacionado com a competição que ocorre tanto por nutrientes quanto por sítios de adesão, o que resulta em uma redução da população de microrganismos prejudiciais, além da produção de bacteriocinas e ácido (MORAES et al., 2018). Para que os efeitos benéficos dos probióticos ocorram, é necessária uma dose mínima diária da cultura probiótica, que é de 10^8 a 10^9 UFC (Unidades Formadoras de Colônia), correspondendo ao consumo de 100g de um produto que contenha 10^6 a 10^7 UFC/g ou mL (BRASIL, 2013). Além da quantidade mínima e qualidade dos probióticos, é importante destacar que a eficácia da ingestão também pode variar de acordo com o tipo de microrganismo e a condição de saúde do indivíduo.

No entanto, para atender às exigências de um alimento probiótico, a bactéria deve (ALBUQUERQUE et al., 2021; MELO et al., 2016):

- não ser patogênica;
- possuir viabilidade para suportar a estocagem e o transporte;
- tolerar o pH do suco gástrico e
- possuir propriedades de resistência ao oxigênio.

Enquanto o termo probiótico faz referência aos microrganismos, o termo prebiótico refere-se a um “ingrediente alimentar não digerível, que afeta benéficamente o hospedeiro por estimular seletivamente o crescimento e/ou atividade de um ou de um número limitado de bactérias já residentes no cólon”. Essa definição de prebiótico foi feita por Gibson e Roberfroind (1995). Posteriormente, em 2004, essa definição foi modificada para “ingredientes seletivamente fermentados que permitem mudanças específicas, tanto na composição quanto na atividade da microbiota gastrointestinal que conferem benefícios ao bem-estar e à saúde do hospedeiro” (GIBSON et al., 2004). Anos depois, em 2017, a ISAPP (*International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics*) revisou o conceito e apontou que os prebióticos são “um substrato que é usado seletivamente por hospedeiro de microrganismos e confere benefícios à saúde”, tornando o conceito aceitável a diversas substâncias, abrangendo ácidos graxos polinsaturados, carboidratos, fibras, entre outros.

Desta forma, Gibson et al. (2004) apontaram três requisitos necessários para se

considerar um ingrediente prebiótico, sendo eles:

- a capacidade de resistir à digestão do hospedeiro;
- a necessidade de que sejam fermentados por microrganismos intestinais e
- a capacidade de estimular seletivamente o crescimento e/ou atividade de bactérias intestinais associadas à saúde e ao bem-estar.

Os simbióticos, por sua vez, são uma combinação dos probióticos com os prebióticos, gerando uma interação sinérgica e potencializando a saúde intestinal, interação denominada de simbiose (FARIAS et al., 2021). Para que ocorra esse efeito sinérgico e que possa ser considerado um alimento simbiótico, é necessário a confirmação da interação benéfica do prebiótico com a cepa microbiana (FARIAS et al., 2021). Diversas são as vantagens quando falamos de combinações simbióticas, entre elas a redução de diarreias, constipação e câncer de cólon (PEI et al., 2018), além de supressão de tumores e atividades antineoplásicas (THILAKARATHNA; LANGILLE; RUPASINGHE, 2018; NAVAEI et al., 2020).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GERAL

Produzir a farinha de banana verde (FBV) e avaliar suas propriedades como um ingrediente funcional. Elaborar bebidas vegetais fermentadas de torta parcialmente desengordurada de baru, com adição de farinha integral de banana verde, com potencial simbiótico, e avaliar o efeito da adição da farinha integral de banana verde nas propriedades nutricionais, físico-químicas, tecnológicas, microbiológicas e sensoriais do novo produto elaborado.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A fim de atingir o objetivo geral, foram estabelecidos como objetivos específicos as seguintes etapas:

- Obtenção e preparação das matérias-primas, produção da farinha parcialmente desengordurada de baru (FPDB), a partir da torta, e da farinha integral de banana verde (FBV);
- Caracterização da FPDB quanto à composição proximal;
- Caracterização da FBV quanto à composição proximal, compostos voláteis, características físico-químicas (atividade de água, pH e cor), características funcionais tecnológicas (propriedade de pasta, propriedade térmica, perfil de textura, solubilidade em água e absorção de água) e às propriedades morfológicas (microscopia eletrônica de varredura);
- Produção de bebidas da FPDB adicionando diferentes concentrações de FBV e liofilização das mesmas para realização de análises;
- Caracterização das bebidas vegetais fermentadas quanto à composição proximal, teor de minerais, características físico-químicas (sólidos solúveis, acidez titulável, pH, cor e sinérese), reologia, capacidade antioxidante, compostos fenólicos; vida útil, viabilidade probiótica, aceitação sensorial e intenção de compra.

1.4. REFERÊNCIAS

ABDUL RAHIM, M. B. H.; CHILLOUX, J.; MARTINEZ-GILI, L.; NEVES, A. L.; MYRIDAKIS, A.; GOODERHAM, N.; DUMAS, M. E. Diet-induced metabolic changes of the human gut microbiome: importance of short-chain fatty acids, methylamines and índoles. **Acta Diabetologica**, v. 59, p. 493-500, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00592-019-01312-x>.

ALBUQUERQUE, A. P.; RODRIGUES, T. J. A.; CAVALCANTE NETO, J. L.; ROCHA, A. P. T. Utilization of powdered fruit pulp probiotic loaders as a functional food: general aspects and perspectives. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.31019>.

ALVARADO-JASSO, G. M.; CAMACHO-DÍAZ, B. H.; OCAMPO, M. L. A.; JIMÉNEZ-FERRER, J. E.; MORA-ESCOBEDO, R. Prebiotic effects of a mixture of agavins and green banana flour in a mouse model of obesity. **Journal of Functional Foods**, v. 64(103685), 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103685>.

ÁLVAREZ, J.; REAL, J. M. F.; GUARNER, F.; GUEIMONDE, M.; RODRÍGUEZ, J. M.; PIPAON, M. S.; SANZ, Y. Microbiota intestinal y salud. **Gastroenterología y**

Hepatología, v. 44, ed. 7, p. 519-535, 2021. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>.

ALVES, A. M.; MENDONÇA, A. L. D.; CALIARI, M.; CARDOSO-SANTIAGO, R. D. A. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 266-273, 2010.

ALVES-SANTOS, A. M.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: A comprehensive review. *NFS Journal*. v. 24, p. 26-36, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.07.001>

ANTUNES, A. M., SOARES, T. N., TARGUETA, C. P., NOVAES, E., COELHO, A. S. G., & TELLES, M. P. C. The chloroplast genome sequence of *Dipteryx alata* Vog. (Fabaceae: Papilionoideae): Genomic features and comparative analysis with other legume genomes. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 43, p. 271–282, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40415>.

ANYASI, T.A., JIDEANI, A.I., MCHAU, G.R. Phenolics and essential mineral profile of organic acid pretreated unripe banana flour. **Food Research International**. 104, p. 100–109, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.063>.

ARACAVALA, K. K.; CAPELLINI, M. C.; GONÇALVES, D.; SOARES, I. D.; MARGOTO, C. M.; RODRIGUES, C. E. C. Valorization of the baru (*Dipteryx alata* Vog.) processing chain: technological properties of defatted nut flour and oil solubility in ethanol and isopropanol. **Food Chemistry**, 383:132587, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132587>.

ARTILHA, C. A. F.; SILVA, D. M. B.; SOUSA, L. C. S.; SAQUETE, B. H. F.; STAFUSSA, A. P.; CASTRO, M. C.; MADRONA, G. S. Leites fermentados. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 1, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n1-357>.

BORGES, A. L.; AMORIM, E. P.; VIANA, E. S.; GERUM, A. F. Banana. In: FILHO, K. E.; JÚNIOR, M. A. G.; GALERANI, P. R.; DUARTE, J. (Org.). **Brasil em 50 alimentos**. Brasília: Embrapa, 2023, pp. 61-65.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. Brasília - DF: **Diário Oficial da União**, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia para instrução processual de petição de avaliação de probióticos para uso em alimentos. Brasília – DF: **Diário Oficial da União**, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 398, de 30 de abril de 1999. Regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Da Diretoria Colegiada, nº 241, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. Brasília - DF: **Diário Oficial da União**, 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 268, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para Produtos Proteicos de Origem Vegetal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 de set. 2005. n. 184. Disponível em: <https://www.saude.rj.gov.br/comum/code/MostrarArquivo.php?C=MjI0Nw%2C%2C>.

CARVALHO, H. S. M.; CASTRO, S. S. Mapeamento e identificação de áreas críticas à erosão hídrica linear: o exemplo do bioma Cerrado no estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 24, nº especial, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v24i00.2373>

COUTINHO, G. S. M.; RIBEIRO, A. E. C.; PRADO, P. M. C.; OLIVEIRA, E. R.; CARELI-GODIM, I.; OLIVEIRA, E. R.; JÚNIO, M. S. S.; CALIARI, M.; BOAS, E. V. B. V. New plantbased fermented beverage made of baru nut enriched with probiotics and green banana: composition, physicochemical and sensory properties. **Journal Food Science and Technology**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05781-5>.

ENGLYST, H.; WIGGINS, H. S.; CUMMINGS, J. H. Determination of the non-starch polysaccharides in plant foods by gas-liquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. **Analyst**, v. 107, n. 1272, p. 307-318, 1982.

FAEG/SENAR. **Brasil se destaca como maior produtor mundial de laranja e exportador de suco da fruta**. 2021. Disponível em: <https://sistemafaeg.com.br/faeg/noticias/citrus/brasilse-destaca-como-maior-produtor-mundial-de-laranja-e-exportador-de-suco-da-fruta>

FALCOMER, A.L., RIQUETTE, R.F.R., DE LIMA, B.R., GINANI, V.C., ZANDONADI, R.P. Health benefits of green banana consumption: a systematic review. **Nutrients** 11 (6), 1222, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu11061222>

FARIAS, T. G. S.; STAMFORD, T. C. M.; RIBEIRO, V. M. S.; LADISLAU, H. F. L.; MEDEIROS, J. A. C.; ARNAUD, T. M. S.; STAMFORD, T. L. M. Alimentos simbióticos: Uso da co-encapsulação como forma de veiculação de probióticos e prebióticos. In: VERRUCK, S. (Orgs.). **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Guarujá, SP: Editora Científica, 2021, p. 39-58.

FERNANDES, E. R. K.; MARANGONI, C.; SOUZA, O.; SELLIN, N. Thermochemical characterization of banana leaves as a potential energy source. **Energy Conversion and Management**, v. 75, p. 603-608, 2013.

FOOD INNOVATION. Estudo aponta tendências da alimentação em 2021. **Blog Food Innovation. Know More**. Create More. São Paulo, 26 abr. 2021. Disponível em: <https://foodinnovation.com.br/estudo-aponta-tendencias-da-alimentacao-em-2021/>.

GAUTÉRIO, G. V.; SILVÉRIO, S. I. D. C.; EGEEA, M. B.; LEMES, A. C. β -Glucan

from brewer's spent yeast as a techno-functional food ingredient. *Front. Food Sci. Technol.* 2:1074505, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/frfst.2022.1074505>.

GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. A.; SALMINEN, S. J.; STANTON, C.; SWANSON, K. S.; CANI, P. D.; VERBEKE, K.; REID, G. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nature Reviews – Gastroenterology e Hepatology*, v. 14, p. 491-502, 2017.

GIBSON, G. R.; PROBER, H.; LOO, J. V.; RASTALL, R. A.; ROBERFROID, M. B. Dietary modulation of the human colonic microbiota: updating the concept of prebiotics. *Nutrition Research Reviews*, v., 17, p. 259–275, 2004.

GIBSON, G. R.; ROBERFROID, M. B. Dietary Modulation of the Human Colonie Microbiota: Introducing the Concept of Prebiotics. *The Journal of Nutrition*, v. 125, n. 6, p. 1401-1412, 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>

GONÇALVES, TO, FILBIDO, GS, PINHEIRO, APO, PIERETI, PDP, DALLA VILLA, R., & OLIVEIRA, AP. In vitro bioaccessibility of the Cu, Fe, Mn and Zn in the baru almond and bocaiúva pulp and, macronutrients characterization. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 86, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103356>.

GU, S.; YANG, D.; LIU, C.; XUE, W. The role of probiotics in prevention and treatment of food allergy. *Food Science and Human Wellness*, v. 12, p. 681-690, 2023. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.fshw.2022.09.001>.

JESKE, S.; ZANNINI, E.; ARENDT, E. K. Past, present and future: The strength of plant-based dairy substitutes based on gluten-free raw materials. *Food Research International*, v. 110, p. 42-45, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.045>.

KANWAR, P.; YADAV, R. B.; YADAV, B. S. Influence of chemical modification approaches on physicochemical and structural properties of dietary fiber from oat. *Journal of Cereal Science*, v. 111(103688), 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2023.103688>

KHAN F. M.; MORYA S.; CHATTU V. K. Probiotics as a boon in food diligence emphasizing the therapeutical role of probiotic beverages on consumers health. *Journal of Applied and Natural Science*, v. 13, ed. 2, p. 700-714, 2021.

KHOOZANI, A. A.; BIRCH, J.; BEKHIT, A. E. A. Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. *Journal of Food Science and Technology*, v. 56, n. 2, p. 548-559, 2019.

KITTIBUNCHAKUL, S.; YUTHWORAWIT, N.; WHANMEK, K.; SUTTISANANEE, U.; SANTIVARANGKNA, C. Health beneficial properties of a novel plant-based probiotic drink produced by fermentation of brown rice milk with GABA-producing *Lactobacillus pentosus* isolated from Thai pickled weed. *Journal of Functional Foods*, v. 86, 2021. Disponível em:

<https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104710>.

KRAITHONG, S.; ISSARA, U. A strategic review on plant by-product from banana harvesting: A potentially bio-based ingredient for approaching novel food and agroindustry sustainability. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, p. 530- 543, 2021.

LII, C. Y., CHANG, S. M., & YOUNG, Y. L. Investigation of the physical and chemical properties of banana starches. **Journal of Food Science**, v.47, p.1493-1497, 1982.

LIMA, D. C., ALVES, M. R., NOGUERA, N. H., NASCIMENTO, R. P. A review on Brazilian baru plant (*Dipteryx alata* Vogel): morphology, chemical composition, health effects, and technological potential. **Future Foods**. v. 5, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100146>.

LIMA, D. S., EGEA, M. B., CABASSA, I. C. C., ALMEIDA, A. B., SOUSA, T. L., LIMA, T. M., LOSS, R. A., VOLP, A. C. P., VASCONCELOS, L. G., DALL’OGLIO, E. L., HERNANDES, T., & TAKEUCHI, K. P. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. **LWT - Food Science and Technology**, v. 137, 110467, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110467>

MANOJ, P. M.; MOHAN, J. R.; KHASHERAO, B. Y.; SHAMS, R.; DASH, K. K. Fruit based probiotic functional beverages: A review. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 14, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100729>.

MARCO, M. L.; HEENEY, D.; BINDA, S.; CIFELLI, C. J.; COTTER, P. D.; FOLIGNE, B.; GANZLE, M.; KORT, R.; PASIN, G.; PIHLANTO, A.; SMID, E. J.; HUTKINS, R. Health benefits of fermented foods: Microbiota and beyond. **Current Opinion Biotechnol**, v. 44, p. 94–102, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.copbio.2016.11.010>.

MELO, T. A.; RIBEIRO-ALVES, M. A.; LAVINAS, F. C.; ALMEIDA RODRIGUES, I. Levantamento e caracterização dos produtos probióticos disponíveis no mercado varejista da região metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Rede de Cuidados em Saúde**, v. 10, n.1, p. 1-3, 2016.

MORAES, M. S.; OLIVEIRA, L. P. S.; FURTADO, C. C.; GONZALEZ, F. G. Efeitos funcionais dos probióticos com ênfase na atuação do kefir no tratamento da disbiose intestinal. **Revista UNILUS Ensino e Pesquisa**, v. 14, n. 37, 2018.

NAVAEI, M. et al. The Effects of Synbiotic Supplementation on Antioxidant Capacity and Arm Volumes in Survivors of Breast Cancer-Related Lymphedema. **Nutrition and Cancer**, v. 72, n. 1, p. 62-73, 2019.

OLIVEIRA-ALVES, S. C., PEREIRA, R. S., PEREIRA, A. B., FERREIRA, A., MECHA, E., SILVA, A. B., SERRA, A. T., & BRONZE, M. R. Identification of functional compounds in baru (*Dipteryx alata* Vog.) nuts: Nutritional value, volatile and phenolic composition, antioxidant activity and antiproliferative effect. **Food Research**

International, v. 131, 109026, 2020. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109026>.

OLIVEIRA, F. B.; SANTIAGO, A. M.; MARSIGLIA, W. I. M. L.; BARBOSA, A. G. A.; SILVA, M. C. S.; GOUVEIA, A. G. M.; NASCIMENTO, M. G. S.; SILVESTRE, M. L.; GALDINO, P. O.; MOTA, M. M. A. Production and characterization of banana peel flour. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, 2021. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17017>.

OLIVEIRA, M. C., CURI, P. N., PIO, R., FARIAS, D. H., RIGOTE, M. R., SCHIASSI, M. C. E. V., PASQUAL, M., & SOUZA, V. R. Physicochemical characterization, bioactive compounds and correlations in native fruits of western Mato Grosso do Sul. **British Food Journal**, v. 122, n. 3, p. 841–851, 2020. Disponível em:
<https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2019-0423>

PEI M.; WEI L.; HU S.; YANG B.; SI J.; YANG H.; ZHAI, J. Probiotics, prebiotics and synbiotics for chronic kidney disease: Protocol for a systematic review and meta-analysis. **BMJ Open**, v.8, ed. 7, p. 1–5, 2018.

RAMOS, R. V. R.; OLIVEIRA, R. M. de; TEIXEIRA, N. S.; SOUZA, M. M. V. de; MANHÃES, L. R. T.; LIMA, E. C. de S. Sustainability: Use of vegetables in their entirety or non-conventional food parts for flours preparation. **Demetra Alimentação, Nutrição & Saúde**, 2020.

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. (ed.) **Bebidas plant-based industrializadas**: alimentos alternativos para alimentação e nutrição. 1 ed. São Paulo: BB Editora, 2023. p. 62. ISBN: 978-85-62716-94-2. Ebook.

ROCHA, L. G. **Cultivo e Aproveitamento do Baru**. FCTDMG-CETEC Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas–SBRT, 2012. Disponível em:
<http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc3MzQ=>

RODRIGUES NETO, A. A.; RODRIGUES, F. F. G. Impacto f the use of probiotics and simbiotics in people with kidney disease: a literature review. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 3, p. 11606-11619, 2023.

SÁ, A. A. de; GONÇALVES, M. I. A.; VASCONCELOS, T. R.; MENDES, M. L. M.; MESSIAS, C. M. B. de O. Physical, chemical and nutritional evaluation of flours prepared with pulp and peel of green banana from different varieties. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021.

SANTOS, A. C.; GUALBERTO, L. S.; SOUSA, H. M. S.; MIRANDA, P. H.; DIMIANI, C.; MARTINS, G. A. S. Frutos amazônicos e do cerrado: Potencial, limitantes e subutilização. *In*: DAMIANI, C.; MARTINS, G. A. S.; BECKER, F. S. (Orgs.) **Aproveitamento de resíduos vegetais: Potenciais e limitações**. Palmas, TO: EDUFT, 2020. p. 50-62.

SILVA, E. A.; FLORES, G.; ALMEIDA, J. C.; GHERARDI, S. R. M. Bebida fermentada elaborada com extrato vegetal de castanha de caju e castanha-do-pará sabor morango. **Revista biodiversidade**, v. 21, n° 3, p. 37-44, 2022.

SILVA, J. S., FERREIRA, N. B. S., ASQUIERI, E. R., DAMIANI, C., ASQUIERI, E. M. A. R. Chemical monitoring of baru (*dipteryx alata vog.*) pulp fermented Beverage. **Food Science and technology**, v. 41, p. 155-162, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/fst.14420>.

STUCCHI, A. Dados Sobre o Crescimento do Mercado Plant-Based no Brasil. Disponível em: Acesso em 06 de maio de 2024.

SUN, N. X.; TONG, L. T.; LIANG, T. T.; WANG, L. L.; LIU, L. Y.; ZHON, X. R.; ZHOU, S. M. Effect oh oat and tartary buckwheat – Based food on cholesterol – Lowering and gut microbiota in hypercholesterolemic hamsters. **Journal of Oleo Science**, v. 68, p. 251-259, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5650/jos.ess18221>

SYIEMLIEH, I.; MORYA, S. Dairy and non-dairy based probiotics: A review. **The Pharma Innovation Journal**, v. 11, ed. 6, p. 2956-2964, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22271/tpi.2022.v11.i6Sak.13568>.

THAKAENG, P.; BOONLOOM, T.; RAWDKUEN, S. Physicochemical Properties of Bread Partially Substituted with Unripe Green Banana (*Cavendish spp.*) Flour. **Molecules**, 26, 2070, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules26072070>.

THILAKARATHNA, W.; LANGILLE, M.; RUPASINGHE, H. Polyphenol-based prebiotics and synbiotics: potential for cancer chemoprevention. **Current Opinion in Food Science**, v. 20, p. 51-57, 2018.

VALERO-CASES, E.; CERDÁ-BERNAD, D.; JOAQUÍN-JULIÁN, P.; FRUTOS, M. J. Non-Dairy Fermented Beverages as Potential Carriers to Ensure Probiotics, Prebiotics, and Bioactive Compounds Arrival to the Gut and Their Health Benefits. **Nutrients**, v. 12 (6), 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12061666>.

VIEIRA, C. F. S.; ZUÑIGA, A. D. G.; OGAWA, T. A. B. Obtenção e caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel de amêndoa de baru. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustriais**, v. 14, n. 01, p. 3104-3121, 2020.

VISHALA, J.; SINGH, G. A review on product development through pulp and peel of banana. **Plant Archives**, v. 21, p. 693-698, 2021.

CAPÍTULO 2

APROVEITAMENTO INTEGRAL DE BANANA VERDE PARA ELABORAÇÃO DE FARINHA: INGREDIENTE FUNCIONAL PARA INCORPORAÇÃO EM PRODUTOS ALIMENTÍCIOS

RESUMO

O desperdício de alimentos e a grande quantidade de resíduos gerados, ao longo da cadeia produtiva, é um problema global. No caso das bananas, é especialmente significativo, tanto pelo volume de cascas resultantes do processamento dos frutos, quanto pela quantidade de frutos descartados antes mesmo da comercialização, por não obter um padrão comercial aceitável. O objetivo do trabalho foi a produção e caracterização da farinha de banana verde (FBV), utilizando as bananas da variedade nanica, fora do padrão comercial, no estágio inicial de maturação. A produção da FBV foi realizada de forma integral, utilizando das cascas, com o intuito de reduzir a quantidade de resíduo gerado. Foram analisadas a composição proximal (umidade, cinzas, proteínas, lipídios, fibras, carboidratos e valor energético total), as propriedades físico-químicas (atividade de água, pH e cor), propriedades tecnológicas (propriedades térmicas, de pasta, perfil de textura, solubilidade e absorção de água) e a morfologia da FBV. Os resultados indicaram que a FBV apresentou umidade dentro dos limites estabelecidos pela legislação (até 15%), sendo também uma boa fonte de proteínas e fibras. A baixa atividade de água sugere uma maior capacidade de inibir o desenvolvimento de microrganismos. A farinha apresentou pH próximo da neutralidade e cor típica do produto elaborado. As propriedades tecnológicas mostraram uma temperatura de gelatinização de 74,15°C (DSC) e 77,48°C (RVA), com baixa tendência à retrogradação, dureza moderada, e baixa adesividade. Além disso, a FBV demonstrou baixa capacidade de absorção e solubilidade em água à temperatura ambiente. A análise morfológica revelou uma estrutura heterogênea com grânulos na faixa de 2-6 µm. Conclui-se que a FBV apresenta características promissoras como ingrediente funcional em formulações alimentares, sendo uma alternativa sustentável ao aproveitamento de bananas que seriam descartadas, contribuindo para a redução do desperdício de alimentos.

Palavras-chave: Musa acuminata 'Dwarf Cavendish'; Alimento funcional; Aproveitamento integral; Farinha de banana verde.

2.1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a busca por alternativas saudáveis e sustentáveis na indústria de alimentos têm sido evidenciada, impulsionando a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos. Nesse contexto, os resíduos e subprodutos agroindustriais têm sido objeto de interesse, não apenas como uma solução para o problema ambiental, mas também como fonte nutricional e funcional (FALCOMER et al., 2019; SÁ et al., 2021; THAKAENG et al., 2021). A produção de bananas, uma das frutas mais consumidas no mundo, destaca-se pela geração de uma quantidade significativa de resíduos agroindustriais. Estima-se que quase 20% da produção de bananas não seja comercializada devido a falhas de tamanho e aparência (FALCOMER et al., 2019). Além disso, no processo de industrialização das bananas, é gerada uma grande quantidade de resíduos agroindustriais, como as cascas, o que aumenta significativamente sua perda (FERNANDES et al., 2013). Esse desperdício não apenas representa um problema ambiental, mas também uma perda de materiais potencialmente valiosos.

Uma abordagem promissora para a redução desses resíduos é a produção de farinha de banana verde de forma integral, utilizando tanto a polpa quanto as cascas da fruta. Além dos benefícios nutricionais e funcionais, a utilização da farinha de banana verde de forma integral também está associada à redução do desperdício de alimentos e à criação de novos produtos com valor nutricional e sensorial agregado (KHOOZANI; BEKHIT; BIRCH, 2019; KRAITHONG; ISSARA, 2021).

A farinha de banana verde é reconhecida por seu alto teor de amido resistente, fibras, vitaminas e minerais, sendo potencializada se obtida de forma integral, conferindo-lhe propriedades benéficas à saúde, como a melhora do funcionamento intestinal e a regulação dos níveis de glicose no sangue (ANYASI et al., 2018). Além disso, as cascas de banana verde contêm compostos bioativos, como antioxidantes e polifenóis, que têm propriedades funcionais e podem contribuir para a saúde humana (OLIVEIRA et al., 2021).

A farinha de banana verde tem mostrado potencial para ser incorporada em diversas formulações de produtos alimentícios, como pães (SANTOS; ALMEIDA, 2020), biscoitos (VILAR et al., 2021), hambúrguer (MARTINS et al., 2020), iogurtes (SANTOS et al., 2020) e bebidas fermentadas vegetais (COUTINHO et al., 2021), oferecendo benefícios nutricionais e funcionais. A incorporação da farinha de banana

verde em novos produtos pode melhorar significativamente o perfil nutricional e as propriedades tecnológicas dos alimentos (COUTINHO et al., 2021). Nutricionalmente, a farinha de banana verde adiciona fibras alimentares, que promovem a saciedade e a saúde digestiva, e amido resistente, que funciona como um prebiótico, alimentando as bactérias benéficas no intestino (ANYASI et al., 2018). Tecnicamente, pode melhorar a textura e a estabilidade dos produtos, aumentar a capacidade de retenção de água, e alterar o perfil de viscosidade, resultando em produtos com melhor qualidade e maior vida útil (COUTINHO et al., 2023).

O presente estudo teve como objetivo a produção e caracterização da farinha de banana verde integral, com ênfase na análise de composição proximal, compostos voláteis, propriedades tecnológicas e análise de morfologia. Essa pesquisa busca contribuir para a redução dos resíduos agroindustriais gerados no cultivo de bananas, mas também explorar novas possibilidades de utilização da farinha de banana verde integral como ingrediente em diversas formulações alimentícias, promovendo assim a sustentabilidade e a inovação no setor de alimentos.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. MATERIAL

As bananas verdes, que não atendiam ao padrão comercial, da variedade Nanica (*Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish'), foram adquiridas com um pequeno produtor da cidade de Nerópolis, Goiás, Brasil. As bananas foram colhidas no estágio 1 de maturação, caracterizado por frutos completamente verdes. As amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e transportadas até o laboratório de processamento de vegetais da Escola de Agronomia, setor de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás, onde foram imediatamente processadas. Ao chegarem ao laboratório, as bananas foram processadas para a produção da farinha, garantindo assim a integridade dos nutrientes e características desejadas do produto final.

2.2.2. PRODUÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE

Para a produção da farinha de banana verde integral (FBV), inicialmente, as bananas foram lavadas e sanitizadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 min. Em seguida foram cortadas em rodela mantendo as cascas (aproximadamente 5 mm), secas em estufa de circulação forçada de ar (TECNAL, TE-394/4 MP, Piracicaba-SP, Brasil) (45 °C por 22 h) e moídas em moinho de facas (SP Labor, modelo SP-31 (200 W), Presidente Prudente-SP, Brasil). Foram acondicionadas em sacos de PEBD e armazenadas em refrigeração a 5°C. No final do processo, foi avaliado o rendimento das farinhas de acordo com a equação 1:

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso da farinha}}{\text{Peso da matéria prima}} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

2.2.3. COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE

As análises foram realizadas no Laboratório de Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais (Labdarsa) na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG). A composição proximal da FBV foi determinada usando os procedimentos padronizados da *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2023). O teor de umidade (925.10) foi determinado pela secagem em estufa (TECNAL, TE-393/1, Piracicaba-SP, Brasil) de quantidade conhecida de amostras em estufa a 105 °C, até obtenção de peso constante. O teor de cinzas (923.03) foi estimado por carbonização em bico de bunsen e incineração em mufla (EDG, Série Economic, São Carlos-SP, Brasil) a 550°C, até peso constante.

O teor de proteína (920.87) foi estimado pela quantificação do teor de nitrogênio da FBV em um aparelho de Kjeldahl (TECNAL, TE-0363, Piracicaba-SP, Brasil). O fator de conversão padrão ($N \times 6,25$) foi usado para converter o conteúdo de nitrogênio em proteína bruta.

O teor de gordura (920.85) foi determinado por extração em solvente com éter de petróleo em aparelho Soxhlet (TECNAL, TE-0448/50, Piracicaba-SP, Brasil). A fibra alimentar total foi avaliada pelo método enzimático-gravimétrico (AOAC, 2023).

A fibra alimentar total foi avaliada pelo método enzimático-gravimétrico (AOAC, 2023). Os outros carboidratos foram determinados pela diferença entre 100 e a

soma dos componentes determinados. A energia foi estimada usando o método do *Codex Alimentarius* (1991) utilizando-se os fatores de conversão de 4 kcal g⁻¹ para proteína e carboidrato, 9 kcal g⁻¹ para lipídeos e 2 kcal g⁻¹ para fibra alimentar total (MERRIL, WATT, 1973).

Todas as análises foram realizadas em triplicata, a partir de três amostras originais, e os resultados foram expressos em g/100g.

2.2.4. ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS

A análise foi realizada no Laboratório de Controle e Qualidade de Alimentos (LabFood), na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG). A identificação de compostos voláteis foi realizada segundo método descrito por Starowiez et al. (2023), com adaptações, utilizando um cromatógrafo gasoso com detector espectrométrico de massa (Shimadzu Nexis GC 2030/GCMS-QP2020 NX, AOC-6000, Kyoto, Japão). Foi utilizada uma coluna capilar SH-Stabilwax-ms (30m, 250µm id, 0,25µm), a temperatura do termostato foi programada de 40°C a 250°C, e o tempo de análise foi de 55min. A fonte ionizante utilizada foi de impactos elétricos (70eV). A velocidade linear do gás carreador, o Hélio 5.0, foi de 40 cm.s⁻¹, com pressão de 66 KPa, vazão de 1,23 mL.min⁻¹ e fluxo total de 16,5 mL.min⁻¹. A temperatura do aquecedor da injeção da amostra foi mantida a 250°C. A injeção direta de amostra foi usada com um volume de amostragem de 1µL. Para leitura dos dados foi utilizado o software Labsolutions/GCMS Solution Version 4.50 SPI, copyright © 1999-2018 Shimadzu Corporation.

2.2.5. ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICAS DA FBV

As análises físico-químicas realizadas foram: atividade de água (Aw), pH, e cor. A Aw foi medida utilizando o equipamento digital AquaLab, modelo CX-2 (DECAGON, Pullman, USA), acoplado a um banho termostático com temperatura controlada entre 24°C e 27°C (AOAC, 2023).

O pH foi medido utilizando um potenciômetro portátil (Tecnal, 3P-MP, Piracicaba, Brasil). Para a realização desta análise a amostra foi diluída em água destilada na proporção de 1:10. As análises foram realizadas a partir de 3 repetições

originais (AOAC, 2023).

Os parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) foram determinados em colorímetro digital ColorQuest II (Hunter-Lab, Reston, Virginia, EUA), com 10 leituras para cada repetição original. Posteriormente, foram calculados a saturação da cor pelo valor de croma, a tonalidade a partir do ângulo Hue (H°) de acordo com as equações 2 e 3. O colorímetro foi padronizado usando placa de calibração branca (MCGUIRE, 1992). A partir das coordenadas CIELAB de cor obtidas e com o auxílio do aplicativo Nix Color Sensor, foi possível fazer a representação da cor da FBV. Todas as análises citadas foram realizadas a partir de 3 repetições originais

$$H^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*) \quad (\text{Equação 2})$$

$$Croma = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde,

a^* = indica a variação de cor do verde (- a^*) até o vermelho (+ a^*)

b^* = indica a variação de cor do azul (- b^*) até o amarelo (+ b^*)

2.2.6. PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS DA FBV

2.2.6.1. Propriedades térmicas da FBV

As propriedades térmicas da FBV foram analisadas usando um calorímetro diferencial de varredura (DSC) (TA Instruments, Q20, New Castle, Reino Unido), de acordo com Weber, Collares-Queiroz e Chang (2009), com adaptações. As amostras foram pesadas (2 mg, base seca), hidratadas com água destilada (6 μL) em um recipiente de alumínio e deixadas por 24 horas à temperatura ambiente (25°C). Este processo foi realizado para assegurar uma distribuição uniforme da água nas amostras. Um recipiente de alumínio vazio foi usado como referência para o experimento. Os recipientes foram selados hermeticamente e então submetidos a um processo de aquecimento que variou de 30 a 100°C, com uma taxa de aumento de temperatura de 10°C por minuto, seguido por um processo de resfriamento. As temperaturas de gelatinização (inicial, pico e final) e a variação da entalpia (ΔH) foram determinadas usando o software integrado ao equipamento.

2.2.6.2. Propriedades de pasta da FBV

As análises de propriedade de pasta e perfil de textura foram realizadas a partir do equipamento *Rapid Visco Analyser (RVA)* (Perten Instruments 4500, Macquarie Park, Australia), de acordo com Oliveira et al. (2021), com adaptações. Para cada amostra em triplicata, o peso da amostra e a quantidade de água adicionada foram corrigidos de forma a obter uma concentração de 10% (m:v; g:mL). As características da pasta avaliadas foram temperatura de pasta, o pico de viscosidade (PV), a viscosidade mínima, a viscosidade final (VF), a quebra de viscosidade (QV) e a tendência à retrogradação (TR), expressas em unidades de cP.

2.2.6.3. Perfil de textura da FBV

Depois da realização da análise das propriedades de pasta, os recipientes com o gel de amido foram armazenados por 24h a 5°C para seguir para a análise de perfil de textura, realizada em texturômetro (TA-XT Plus, Surrey, England), no Laboratório Multiusuário de Análises de Textura, Reologia e HPLC - UFG (LabMult). A sela de carga do equipamento é de 50Kg, a altura da amostra no recipiente foi de 24mm e o diâmetro interno do recipiente foi de 37mm. Foi utilizada uma probe P/20, com velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de e 1 mm s⁻¹, 2 mm s⁻¹ e 10 mm s⁻¹, respectivamente. Os parâmetros analisados foram a dureza, coesividade, adesividade, elasticidade e gomosidade (COUTINHO et al., 2021).

2.2.6.4. Índice de solubilidade em água e absorção de água da FBV

O índice de solubilidade em água (ISA) e de absorção (IAA) foram determinados segundo Anderson et al. (1969), com modificações. Em tubos de centrífuga com tampa foram pesadas alíquotas de 2,5g de amostra e posteriormente, 30mL água destilada foram adicionados. Os tubos foram agitados em banho-maria por 30 minutos em temperatura de 25°C, e centrifugados por 20 minutos, a 3000 rpm (Kasvi K14-0815C, São José dos Pinhais, Brazil). O sobrenadante foi retirado e transferido para estufa (105°C) até completa evaporação da água, permanecendo apenas o precipitado no tubo. A amostra remanescente no tubo foi pesada e o índice de absorção

em água (IAA) foi calculado utilizando-se a equação 4. O resultado foi expresso em g de precipitado por g de matéria seca. O ISA foi calculado pela relação entre a massa do resíduo seco do sobrenadante (resíduo da evaporação) e da amostra inicial, conforme equação 5.

$$IAA = \frac{\text{Peso do precipitado (g)}}{\text{Peso da amostra (g)(bs)}} \quad (\text{Equação 4})$$

$$ISA = \frac{\text{Massa do resíduo da evaporação (g)}}{\text{Peso da amostra (g)(bs)}} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde,

IAA= índice de absorção em água (g precipitado g⁻¹ de matéria seca);

ISA= índice de absorção de água (%);

2.2.7. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA DA FBV

A análise de microscopia foi realizada no Laboratório Multiusuário de Microscopia de Alta Resolução (LabMic) da Universidade Federal de Goiás (UFG). As amostras foram preparadas em suportes de alumínio e recobertas com película de ouro e observadas em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) (Jeol, JSM-6610, Tokyo, Japão) equipado com EDS (*energy dispersive x-ray detector*) (Thermo Scientific NSS Spectral Imaging). As micrografias de superfície foram geradas nos aumentos de ordem de 45x, 150x e 500x (OLIVEIRA et al., 2020).

2.2.8. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ESTATÍSTICO

As análises da FBV foram realizadas em triplicata, a partir de três repetições originais, e os resultados foram expressos na forma de média e desvio-padrão.

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente foi avaliado o rendimento da farinha produzida. O rendimento obtido

neste estudo na produção da FBV foi de 14,96%, valor abaixo ao encontrado por Sá et al. (2021), que foi de 21, 24 e 27% para as variedades de banana prata, maçã e da terra, respectivamente. Essa diferença pode ser justificada, por exemplo, pelo método de secagem utilizado, a eficiência do equipamento e cultivar utilizado.

2.3.1. COMPOSIÇÃO PROXIMAL DA FARINHA DE BANANA VERDE

A composição proximal da farinha de banana verde, da variedade Nanica (*Musa acuminata 'Dwarf Cavendish'*), está expressa na Tabela 2.

Tabela 2. Composição proximal da farinha de banana verde integral (FBV)

Parâmetros	FBV ¹
Umidade ²	3,85±0,04
Cinzas ³	5,98±0,01
Lipídios ³	3,52±0,09
Proteínas ³	6,51±0,03
Fibras totais ³	18,62±0,07
Carboidratos ^{3,4}	65,37
Valor energético Total ⁵	281,95

¹ Valores constituem média ± desvio-padrão.

² Os valores estão representados em base úmida (g 100g⁻¹).

³ Os valores estão representados em base seca (g 100g⁻¹).

⁴ Calculado por diferença, subtraindo-se de 100 os valores obtidos para umidade, lipídios, cinzas e proteínas.

⁵ kcal 100g⁻¹.

O teor de umidade foi de 3,85%, dentro do limite estabelecido pela ANVISA, que aceita até 15% de umidade para farinhas (BRASIL, 2022). A umidade é um parâmetro importante para ser avaliado. Um baixo teor de umidade em alimentos é crucial para conservação, estabilidade e qualidade, contribuindo para a prevenção da deterioração microbiológica. Comparativamente, Coutinho et al. (2023) reportam um teor de umidade de 6,71%, para farinha integral de banana verde da espécie nanica, superior ao encontrado neste estudo. Esses valores podem variar dependendo do método de secagem empregado, a eficiência do equipamento utilizado, o tempo de secagem ou até mesmo pelas condições de cultivo e armazenamento.

Com relação aos demais resultados, foram obtidos 5,98% de cinzas, 3,52% de lipídio, 6,51% de proteínas, 18,62% de fibra e 65,37% de carboidratos. O valor

nutricional da banana também pode variar de acordo com sua maturidade. Bananas verdes possuem altos teores de fibras e amido resistente (ANYASI et al., 2018). A FBV é composta majoritariamente por fibras e carboidratos. Sá et al. (2021) em um estudo realizado com bananas prata, mencionaram teores de cinzas de 4,19%, lipídios de 0,97%, proteínas de 5,40%, fibras de 7,25% e 80,86% de carboidratos. Como se pode observar, houve uma variação ao comparar com os dados obtidos no atual estudo, que pode ser explicado devido a diferença de cultivares e também pelas condições do ambiente de produção. Os principais causadores do valor relativamente alto do valor energético total foram os teores de fibras e carboidratos. A elaboração de FBV de forma integral, utilizando as cascas, se torna uma alternativa para agregar valor nutricional aos produtos que podem ser incorporados com a mesma, principalmente pelo teor significativo de fibras encontrado.

Segundo a IN 75 de 2020 (BRASIL, 2020) que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, para ser considerado uma fonte de proteínas, o alimento deve conter pelo menos 10% do VDR (valor diário recomendado) de proteínas por 100g ou por porção, e 20% do VDR de proteína por 100g ou por porção para ser classificado com alto conteúdo, onde o VDR para proteínas é de 50 g. Neste caso, a FBV pode ser considerada fonte de proteínas. Em relação aos teores de fibra alimentar, o alimento deve conter pelo menos 10% do VDR por 100 mL ou g, e 20% do VDR por 100 mL ou g para ser classificado como alto conteúdo, onde o VDR para fibras é de 25g. Com base nos dados obtidos, a FBV pode ser considerada com altos teores de fibras.

2.3.2. ANÁLISE DE COMPOSTOS VOLÁTEIS

Compreender o perfil dos compostos voláteis em frutas tropicais, e em subprodutos, é crucial, pois eles desempenham um papel fundamental no *flavor*, junção do aroma e sabor característico do alimento, um dos principais elementos influenciadores da aceitação do produto pelo consumidor. Além disso, essa caracterização pode ser empregada na validação de formulações, detecção de adulterações, rastreamento da procedência do produto e avaliação de sua integridade (GARCÍA et al., 2021).

Na Figura 2 é apresentado o cromatograma dos compostos orgânicos voláteis identificados na FBV.

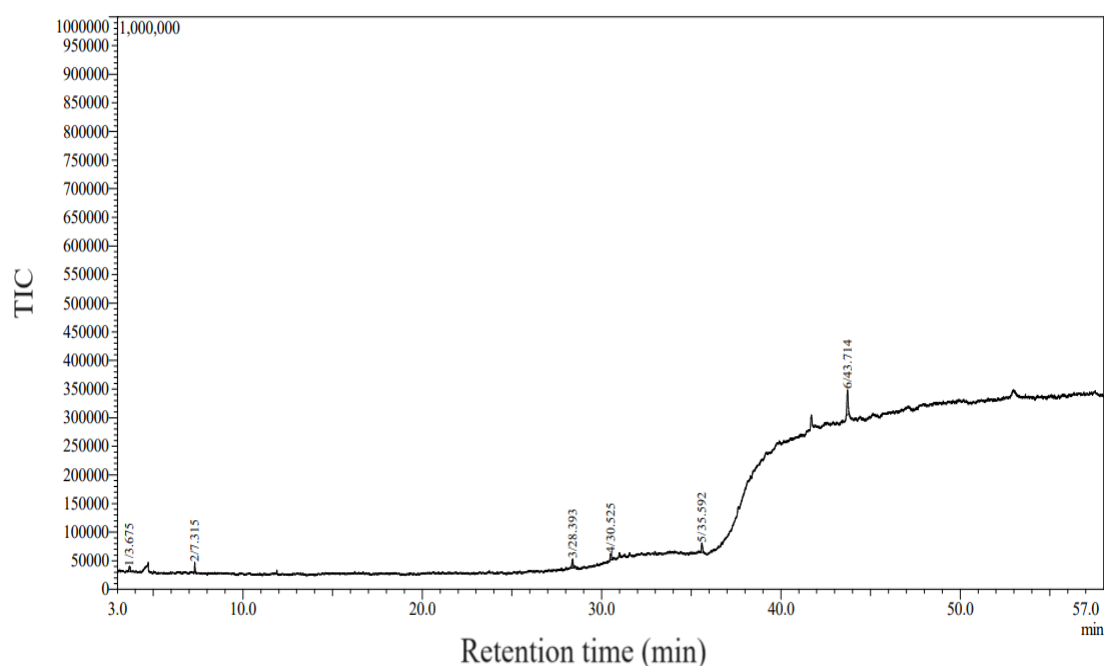


Figura 2. Cromatograma dos compostos orgânicos voláteis da FBV

Foram identificados 6 compostos voláteis presentes na amostra de FBV, sendo eles: 3-(6-metoxi-3-metil-2-benzofuranil)-3-(p-metoxifenil) propionato de etila, Ciclopentasiloxano, decametil- (CAS), Pentano 1,1,2,3,4,5-hexafluoro-1,2,3,4,5,5-hexafluoro-, Trietilenoglicol, Tetraetilenoglicol e Difenilsulfona. Os compostos voláteis identificados fazem parte de grupos ésteres, álcoois, fenóis e aldeídos. Na Tabela 3, temos os dados do tempo de retenção e da área (%) de cada composto volátil identificado na amostra de FBV.

Tabela 3. Identificação dos compostos voláteis da FBV

Pico	Tempo de retenção (min)	Área (%)	Composto identificado
1	3,67	7,98	3-(6-metoxi-3-metil-2-benzofuranil)-3-(p-metoxifenil)propionato de etila
2	7,31	8,15	Ciclopentasiloxano, decametil- (CAS)
3	28,39	15,28	Pentano 1,1,2,3,4,5-hexafluoro-1,2,3,4,5,5-hexafluoro-
4	30,52	11,37	Trietilenoglicol
5	35,59	14,69	Tetraetilenoglicol
6	43,71	42,54	Difenilsulfona

A análise realizada foi apenas para identificação dos compostos voláteis e não

para quantificação. Assim, pode-se observar o valor da área (%) e identificar qual composto é majoritário na composição do alimento, mas sem afirmar sua quantidade de fato. Neste caso, pode-se observar que o composto majoritário é o difenilsulfona (42,54%), seguido do pentano 1,1,2,3,4,5-hexacloro-1,2,3,4,5,5-hexafluoro- (15,28%) e do tetraetilenoglicol (14,69%). Até o momento, não existem relatos na literatura sobre a realização da análise de compostos voláteis em FBV. Para Garcia et al. (2021), nenhum elemento isolado é exclusivamente responsável pelo aroma característico do alimento e sim uma combinação entre eles. Diversos compostos aromáticos, principalmente encontrados nas frutas, são derivados de diferentes vias metabólicas. Com a maturação, seu aroma característico intensifica-se, onde compostos voláteis importantes como os grupos ésteres, alcoóis, aldeídos, cetonas, aminas e fenóis, sendo os ésteres o grupo mais importante, de maior concentração, melhoram o *flavor* da fruta (GARCÍA et al., 2021; SILVA, 2020).

2.3.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA FARINHA DE BANANA VERDE

Os resultados das análises de cor, atividade de água e pH da farinha de banana verde estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4. Parâmetros físico-químicos da FBV

Parâmetros	FBV ¹
Luminosidade (L*)	63,31±0,41
a*	3,24±0,12
b*	15,10±0,75
H°	77,87±0,90
Croma	15,44±0,72
Aw	0,290±0,01
pH	6,03±0,05

¹ Valores constituem média ± desvio-padrão.

Abreviaturas utilizadas: farinha de banana verde (FBV); ângulo Hue (H°) e atividade de água (Aw).

A atividade de água, assim como a umidade, são parâmetros relacionados à conservação do produto, pois determinam o crescimento microbiológico em alimentos. Quando a atividade de água de um produto está abaixo de 0,6, significa uma maior capacidade preventiva de desenvolvimento de microrganismos em relação a produtos

com valores elevados (PADHI; DWIVEDI, 2021). A média da atividade de água encontrada neste estudo foi de 0,290. Valor próximo ao encontrado por Szeremeta et al. (2018) para farinha de banana verde, que foi de 0,276. Neste mesmo estudo, os autores avaliaram a atividade de água da FBV comercial, e encontraram um valor um pouco maior, de 0,331. Esse aumento pode ter ocorrido pelas condições de secagem e moagem da farinha, tempo de armazenamento e a forma de comercialização do produto. O resultado obtido no estudo é considerado vantajoso, ao ser comparado com uma farinha comercial. Isso sugere que o produto seja mais estável microbiologicamente e, portanto, menos propenso à deterioração e à contaminação durante o armazenamento, resultando em uma vida útil mais prolongada.

A partir dos dados colorimétricos obtidos e com o auxílio do aplicativo *Nix Color Sensor*, foi possível observar a cor resultante da FBV obtida (Figura 3).

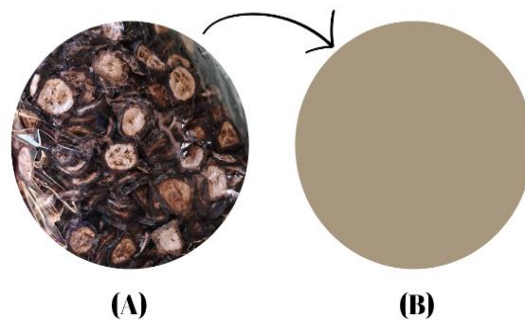


Figura 3. Coloração da farinha de banana verde integral: fruto após processo de secagem (A) e cor resultante da farinha de banana verde obtida a partir do Nix Color Sensor (B)

Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Com relação a coloração, a luminosidade (L^*) é o parâmetro que varia do branco (100) ao preto (0). O valor obtido neste estudo para L^* foi menor do que relatado por Padhi e Dwivedi (2021), na obtenção da FBV seca em estufa, que foi de 76,81, obtendo assim uma farinha mais clara, tendo em vista que, quanto maior a luminosidade, mais claro é o produto. Essa diferença se deve principalmente pelo uso da solução de metabissulfito de potássio, utilizado pelos autores citados para evitar o escurecimento enzimático. Já Guadalupe-Moyano et al. (2022) obtiveram como resultados da luminosidade 76,00 e 67,67 para a FBV liofilizada e secadas em estufa, respectivamente. A partir do estudo citado, observa-se que a farinha seca em estufa, mesmo método adotado nesta pesquisa, foram obtidos valores próximos, onde os autores também não fizeram uso de metabissulfito de potássio para evitar o

escurecimento enzimático. Mas entre os valores apresentados pelos autores, o método de secagem por liofilização resultou em uma farinha mais clara. Isso se deve, segundo Guadalupe-Moyano et al. (2022), à ausência de oxigênio durante o processo, o que estaria limitando a atuação da enzima polifenol oxidase, reduzindo assim o escurecimento.

Outro fator que contribui para a obtenção de uma farinha mais escura é a utilização da banana de forma integral, ou seja, com a casca. Salazar et al. (2021) fizeram essa comparação com a farinha de banana somente com a polpa e de forma integral, com e sem adição de metabissulfito de potássio, e comprovaram essa diferença de cor, onde a farinha de polpa obteve uma luminosidade de 73,89, enquanto a farinha integral 59,3, ambas sem metabissulfito.

O parâmetro a^* indica a variação de cor do verde ($- a^*$) até o vermelho ($+ a^*$). O valor obtido (3,24) indica uma cor que tende ao vermelho, de forma bem sutil. Por outro lado, o parâmetro b^* que indica a variação de cor do azul ($- b^*$) até o amarelo ($+ b^*$), resultou (15,10) em uma tonalidade mais amarelada. Em conjunto, os valores de a^* e b^* demonstram uma farinha amarelada mais neutra, tendendo ao marrom.

Já o parâmetro croma é definido como a saturação da cor, ou seja, sua pureza. Neste estudo, a FBV apresentou baixa saturação (15,44), resultando em uma cor mais pálida. O ângulo Hue (H°) é a tonalidade, é um atributo quantitativo de cor, sendo independente da sua intensidade (brilho) ou saturação. Neste estudo o valor de H° sinaliza uma cor localizada entre o vermelho e verde, mais próximo do amarelo-esverdeado. Salazar et al. (2021) em seu estudo pode observar resultados próximos com croma de 14,10 e H° de 77,30 para a FBV seca em estufa.

Os resultados de coloração obtidos são bastante relevantes, para a futura utilização da FBV como ingrediente em outros produtos, pois a cor é um dos primeiros atributos sensoriais percebidos pelos consumidores que pode interferir na aceitação do produto. Logo, entender as propriedades colorimétricas permite que os fabricantes ajustem as formulações para atender requisitos específicos de cor em produtos finais, como em bebidas, bolos e biscoitos.

O pH encontrado neste estudo para a FBV foi próximo da neutralidade. Sá et al. (2021) realizaram um estudo com a FBV do tipo prata, também de forma integral, e encontraram um valor de pH um pouco mais ácido, de 5,55. Desta forma, o valor do pH contribui para a qualidade geral do produto e conservação, além da manutenção da formulação original.

2.3.4. PROPRIEDADES TÉRMICAS

Na Figura 4, observa-se os valores obtidos das propriedades térmicas da FBV a partir da calorimetria diferencial de varredura (DSC). A gelatinização é um processo físico-químico que ocorre quando o amido é aquecido na presença de água. Desta forma, os grânulos de amido aumentam de volume tornando-se uma pasta viscoelástica (KHOOZANI; KEBEDE; BEKHIT, 2020), ocasionando alterações irreversíveis nas propriedades funcionais em virtude da desorganização estrutural intermolecular dos grânulos de amido.

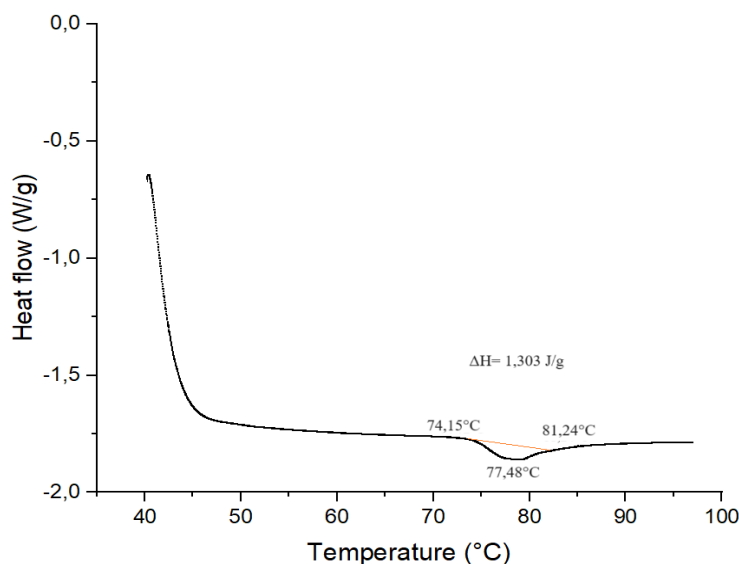


Figura 4. Propriedade térmica do amido da FBV

A temperatura de gelatinização inicial (T_0) da FBV encontrada foi de 74,15 °C, a temperatura do pico (T_p) de 77,48 °C, a temperatura final (T_f) de 81,24°C e a entalpia de gelatinização (ΔH) de 1,303 J/g

Salazar et al. (2021) encontraram 71,75 °C, 75,12 °C, 80,93 °C e 32,23 J g⁻¹, para T_0 , T_p , T_f e ΔH , respectivamente, para a farinha integral de banana verde sem adição de metabissulfito. Já Guadalupe-Moyano et al. (2022) obtiveram como resultados de sua pesquisa valores de 71,54 °C, 74,07 °C, 84,81 °C e 4,32 J g⁻¹, para os parâmetros de T_0 , T_p , T_f e ΔH , respectivamente, para a farinha de banana verde. Os valores obtidos nessa pesquisa foram próximos aos dos autores citados, que por sinal, obtiveram valores próximos entre si, diferenciando apenas na entalpia de gelatinização do amido.

Ter conhecimento do ponto de transição térmica – gelatinização – é de suma importância para prever o comportamento da incorporação da FBV, fonte de amido, em novos produtos. Os resultados obtidos, mostram que a FBV possui um perfil de gelatinização adequado para a incorporação em diversos produtos. A T_0 e T_p indicam que a farinha pode ser utilizada de forma eficiente em processos que envolvem aquecimento. Já a T_f ampla obtida, sugere uma flexibilidade no processamento. Enquanto isso, a ΔH obtida sugere uma quantidade moderada de energia necessária para a gelatinização. Com isso, auxilia na determinação da eficiência do amido na formação de gel e a quantidade de amido que será necessária em uma formulação, que contenha a FBV, para alcançar a textura desejada. Desta forma, a incorporação da FBV em outros produtos, devido a suas propriedades térmicas, pode afetar a textura, viscosidade e estabilidade.

De acordo com as contribuições de Wang, Liu e Ai (2022), podem ocorrer variações nas temperaturas de gelatinização de amidos. Essas variações podem ser influenciadas pela estrutura cristalina destes amidos, bem como pela quantidade presente de amilose e amilopectina. Desta forma, os amidos que possuem maiores teores de amilose em sua cadeia, devido a sua estrutura linear, manifestam temperaturas de gelatinização e entalpia mais baixa, o que sugerem requerem menos energia para romper as ligações hidrogênio e iniciar o processo de gelatinização em comparação à amilopectina (WANG; LIU; AI, 2022).

2.3.5. PROPRIEDADES DE PASTA

O viscoamilograma é um gráfico que retrata as variações na viscosidade de uma suspensão de amido durante um ciclo de aquecimento, através do RVA (*Rapid Visco Analyser*), relacionando a rampa de aquecimento com a tensão de cisalhamento em função do tempo. O RVA fornece informações sobre a gelatinização do amido e da tendência à retrogradação com o resfriamento.

Na Figura 5 é apresentado o viscoamilograma gerado pelo RVA com os resultados da farinha de banana verde.

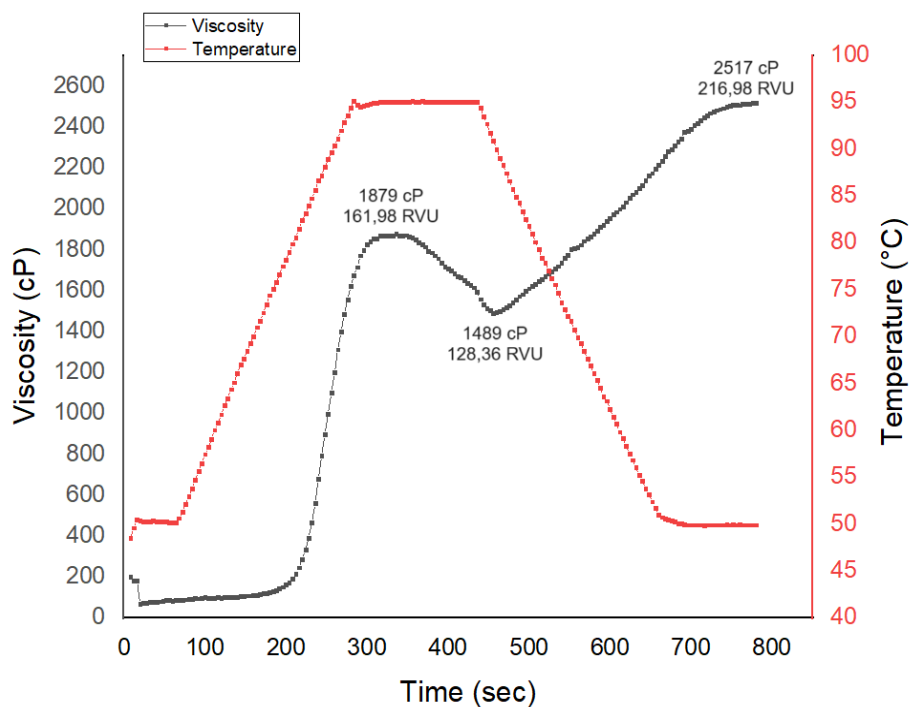


Figura 5. Viscoamilograma com as propriedades de pasta do amido da FBV

Na Figura 5, em um primeiro instante, os grânulos de amido sob ação do aquecimento sofrem um aumento de volume, o que leva a formação de pasta. Com isso ocorre o registro da temperatura de pasta, que foi de 55,65 °C. É nesta temperatura que se dá início ao processo de gelatinização do amido. Desta forma, para Balé et al. (2019) a temperatura de pasta assinala a temperatura mínima necessária para aquecer a farinha. A temperatura de pasta obtida é relativamente baixa, o que indica que a FBV começou a formar uma pasta a uma temperatura menor em comparação com outras fontes, por exemplo, o amido de FBV obtido por Coutinho et al. (2023) foi de 71,48 °C. Podendo ser uma característica vantajosa, pois permite que a farinha se hidrate e se desenvolva mais rápido durante o processamento, melhorando a eficiência e reduzindo o tempo de processamento ao ser incorporada em outros produtos.

No decorrer do processo, há a lixiviação da amilose para a solução, resultando na ruptura dos grânulos de amido, ocasionando assim, o aumento da viscosidade até atingir seu ponto máximo. O pico de viscosidade obtido foi de 1879 cP (161,98 RVU), sugerindo que a FBV tem uma boa capacidade de estabilizar os produtos, o que é desejável em aplicações como molho, sopas e bebidas vegetais.

No próximo estágio, a temperatura se mantém a 95°C, sob agitação. Sucede a solubilização e ruptura dos grânulos de amido, ocasionando o declínio da viscosidade

até uma viscosidade mínima, que foi de 1489 cP (128,36 RVU). A diferença existente entre a viscosidade de pico e a mínima é designada de viscosidade de quebra (*breakdown*), que neste estudo foi de 390 cP (33,62 RVU).

Após a fase de espera se dá o início do resfriamento da amostra, e com o aumento novamente da viscosidade, as moléculas de amilose e amilopectina voltam a se reorganizar, tornando uma estrutura mais cristalina, caracterizando a tendência de retrogradação do amido, com a viscosidade final obtida de 2517 cP (216,98 RVU). A viscosidade final obtida foi relativamente alta, reforçando que a FBV pode proporcionar uma pasta espessa e estável, o que é desejável em diversos produtos. Já a tendência de retrogradação, é tida como a diferença entre a viscosidade final e a mínima, resultando assim em 1028 cP (88,62 RVU). A retrogradação do amido da FBV foi um pouco mais alta que o amido de mandioca (83,3 RVU), de milho (1093,5 a 228 cP) e do amido isolado da banana verde (67,53 RVU), indicando que o amido da FBV tem uma retrogradação mais rápida ao ser comparado com essas três fontes (SALCEDO-MENDOZA et al., 2018; PAES et al., 2021; COUTINHO et al., 2021). Ao comparar os dados obtidos, exceto a tendência de retrogradação, todos os valores encontrados por Coutinho et al. (2021) foram maiores que os obtidos neste estudo, pelo fato dos autores citados terem estudado o amido isolado da banana verde.

Como argumenta Balé et al. (2019), alguns fatores afetam a velocidade e magnitude com que os grânulos de amido incham e em seguida se rompem durante o processo de gelatinização. Fatores como o tipo e a quantidade de amido presente, podendo gerar uma pasta mais viscosa; o gradiente de temperatura que o amido é submetido; a força de cisalhamento, onde uma força mais elevada pode suceder um inchamento e melhor uniformidade do amido; assim como os componentes presentes na mistura, como açúcares, gorduras e proteínas, podendo se relacionar com o amido e interferir nas propriedades de pasta.

2.3.6. PERFIL DE TEXTURA

Na Tabela 5 estão apresentados os valores obtidos para o perfil de textura do gel da FBV.

Tabela 5. Perfil de textura da FBV

	Adesividade (g.sec)	Coesividade	Dureza (N)	Elasticidade	Gomosidade (g)
Farinha de banana verde integral ¹	-81,47±36,37	0,50±0,07	76,96±3,89	0,88±0,06	40,27±5,06

¹ Valores constituem média ± desvio-padrão.

Normalmente se utiliza como espessante os amidos obtidos da extração da mandioca. Assim ao comparar os dados obtidos ao de amido nativo de mandioca, a partir da pesquisa realizada por Silva et al. (2020), o gel de FBV apresentou uma menor adesividade em vista do gel de mandioca nativo (193,5 g.sec). Já os valores de coesividade, elasticidade, dureza e gomosidades foram parecidos com os da pesquisa citada, sendo 0,67, 0,89, 70,55 N e 47,11, respectivamente.

A dureza é a força necessária para comprimir o alimento até a sua ruptura (TEIXEIRA, 2009). A maior dureza da FBV se justifica, pois, a retrogradação, que está intimamente associada a dureza, e observada em produtos com a adição de ingredientes fonte de amido como espessante. A retrogradação do amido, principalmente em amidos com maior teor de amilose, é acarretada pela associação das moléculas de amilose e pela formação de uma estrutura em rede durante o resfriamento. Desta forma, originam géis com maior dureza, que podem ter aplicações importantes em produtos alimentícios e industriais (SILVA, 2020), principalmente do ponto de vista econômico, pois, amidos com dureza mais elevados proporcionam uma menor quantidade de amido para a formação de géis.

A adesividade, de acordo com o ponto de vista sensorial, é a força necessária para retirar o alimento que ficou aderido nas paredes e superfície da boca durante o processo de mastigação (TEIXEIRA, 2009). Ao comparar a FBV com o amido de mandioca, pode-se observar que o da mandioca obteve uma maior adesividade. Esse comportamento é devido a maior quantidade de amilopectina presente no amido de mandioca, que contribui para uma textura mais pegajosa. O valor obtido da adesividade, foi relativamente baixo, indicando que a pasta formada pela FBV não possui tendência de adesão às superfícies durante o processamento. Ponto benéfico em aplicações onde se deseja que a pasta, por exemplo, se desprenda facilmente do maquinário, facilitando o manuseio.

Os resultados obtidos para o perfil de textura da FBV revelam características benéficas para aplicações em diferentes produtos. A boa elasticidade e baixa

adesividade são vantajosas em processos onde a facilidade de manuseio e a capacidade de retorno à forma original são importantes. A dureza e coesividade moderadas indicam que a farinha pode fornecer uma textura mais firme, mas ainda maneável.

2.3.7. ÍNDICE DE SOLUBILIDADE E ABSORÇÃO DE ÁGUA

O índice de absorção de água (IAA), é uma grandeza referente a habilidade do grânulo de amido em absorver água em condições de temperatura específicas. Este índice influencia nas características de textura, maciez e demonstra sua capacidade de retenção de água, nos produtos (NASCIMENTO et al., 2022)

A partir das análises realizadas, o IAA da FBV foi de 3,17 g de precipitado g^{-1} , próximo aos valores encontrados por Padhi e Dwivedi (2021), para farinha de banana verde 3,01 g de precipitado g^{-1} , e por Beltran et al. (2021), para farinha do fruto da palmeira *Aiphanes aculeata* 3,75 g de precipitado g^{-1} . O baixo IAA da FBV também se deve ao fato dela ter sido ressuspensa em água a 25 °C. Como relatado anteriormente, as temperaturas de gelatinização da FBV foram de 74,15 °C e 77,48°C no DSC e no RVA, respectivamente. Nessa faixa de temperatura, a FBV teria uma melhor absorção de água, dando origem a um gel mais firme, melhorando a textura do produto aplicado.

O índice de solubilidade em água (ISA) foi 5,20%, considerado baixo. Como o índice de solubilidade esta associado a umidade da matriz (3,85 g 100g⁻¹), para Borges et al. (2021), altos ISA são obtidos em matrizes com umidade superior a 22 g 100g⁻¹, além da relação com a temperatura em que a FBV foi ressuspensa em água (25°C). Esses índices elevados são importantes em produtos como sopas, molhos, entre outros. Padhi e Dwivedi (2021), também analisou o ISA da farinha de banana verde (6,3%), obtendo valor próximo ao encontrado neste estudo. Apesar disso, o índice mais baixo de ISA pode ser benéfico em produtos de panificação.

2.3.8. MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

Na Figura 6, encontra-se os resultados da morfologia dos grânulos de amido da FBV através de micrografias eletrônicas. A microscopia eletrônica é uma ferramenta de suma importância que fornece informações morfológicas sobre os grânulos de amido,

neste caso, presentes na farinha de banana verde.

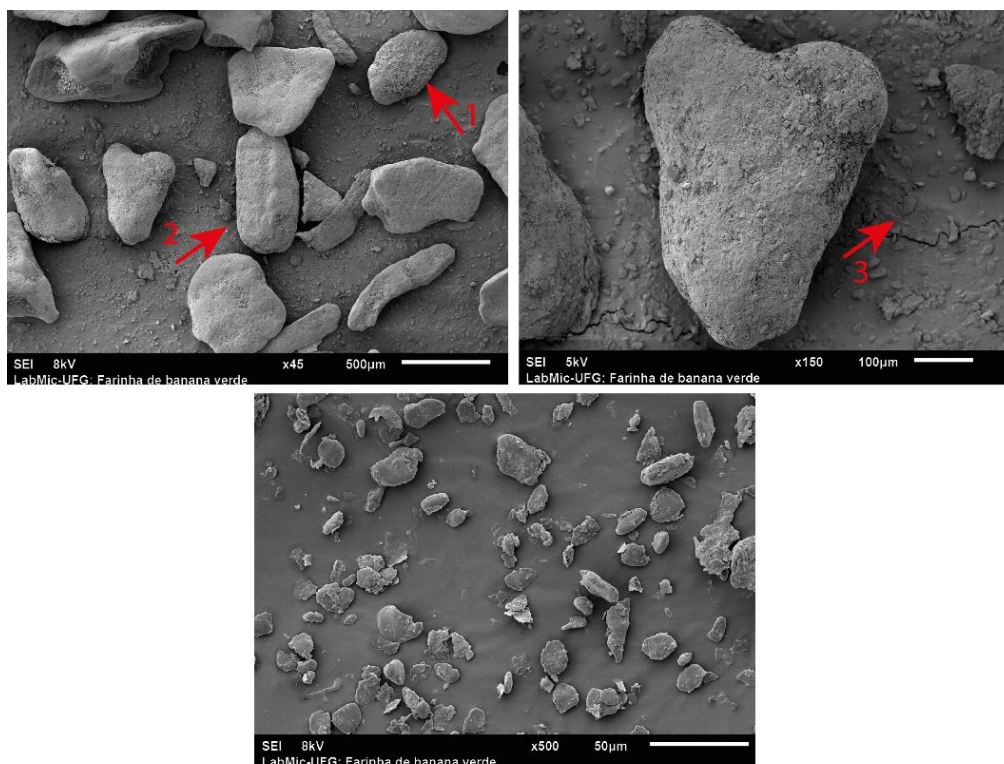


Figura 6. Micrografias eletrônicas de varredura de três diferentes aumentos do amido da FBV

Em relação a sua forma, os grânulos de amido possuem tamanhos e formas diferentes entre si. Onde, os grânulos menores tendem a ser mais arredondados (seta 1) e os grânulos maiores mais alongados (seta 2). Os resultados obtidos pelos autores Padhi e Dwivedi (2021), em seu estudo com farinha de banana verde sem casca, mostraram semelhanças com as micrografias deste estudo, onde foram observados pequenos fragmentos junto aos grânulos, sugerindo ser as fibras presentes na farinha. No contexto deste estudo, é possível que esses fragmentos estejam em maior quantidade pelo fato da farinha ter sido obtida de forma integral, conservando assim uma maior quantidade de fibra alimentar presentes na casca do fruto (seta 3).

Na Figura 7, é apresentado o histograma de frequência do tamanho dos grânulos de amido da FBV.

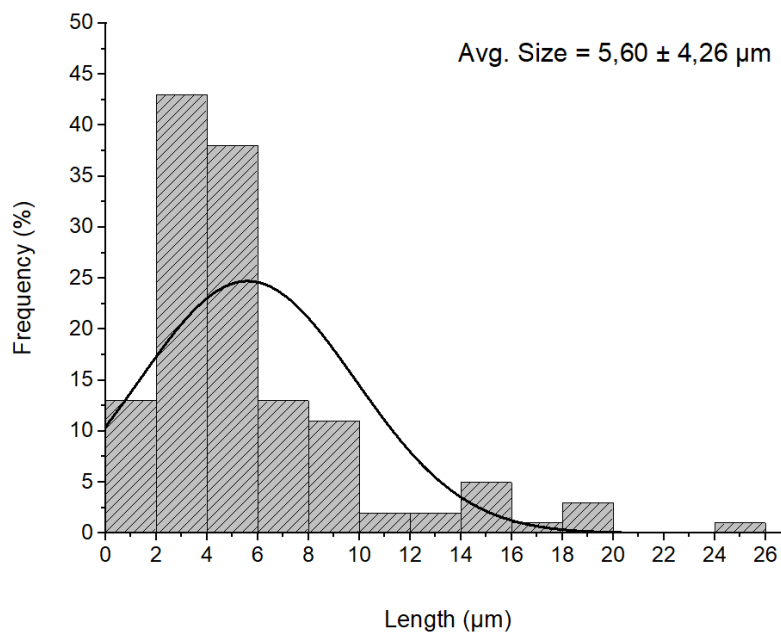


Figura 7. Histograma de frequência do tamanho dos grânulos de amido da FBV

Quanto ao tamanho, a distribuição apresentada no histograma expôs grânulos de diferentes tamanhos, revelando a heterogeneidade das formas. O tamanho médio dos grânulos de amido de FBV foi de $5,60 \pm 4,26 \mu\text{m}$, com predomínio de grânulos na faixa de 2-6 μm . Segundo Leonel (2007), houve uma variação no tamanho dos grânulos de amido de mandioca-salsa, entre 7-45 μm , e taioba, entre 5-25 μm . Possivelmente, há uma maior quantidade de grânulos menores na FBV, pelo fato dos frutos terem sido processados nos primeiros estágios de maturação, antes de iniciar a degradação do amido.

Obter informações sobre a forma e tamanho dos grânulos de amido são fatores importantes para determinar o uso deste produto em outras matrizes alimentares. Grânulos de amido com pequenas dimensões (2-10 μm) podem ser utilizados como substitutos de gordura (LEONEL, 2007).

2.4. CONCLUSÃO

O aproveitamento dos subprodutos da produção de bananas para produção de FBV é de grande interesse em virtude de suas propriedades funcionais e nutricionais. A farinha obtida pode ser considerada fonte de proteínas e com altos teores de fibras. A FBV apresentou umidade adequada, e uma baixa atividade de água, o que favorece sua

estabilidade microbiológica. O perfil dos compostos voláteis também foi avaliado, e até o momento, não há outros relatos na literatura sobre a realização desta análise em FBV.

As propriedades térmicas e de pasta da farinha demonstram características favoráveis deste ingrediente para a incorporação em diversos produtos alimentícios. A temperatura de gelatinização e de formação de pasta, sugerem que a farinha pode se desenvolver em gel rapidamente durante o processo, melhorando a eficiência e o tempo de preparo dos produtos que levam este ingrediente.

Portanto, a FBV produzida possui potencial como um ingrediente funcional podendo ser incorporada em outras formulações alimentícias. Além disso, o uso da casca para produção de farinha integral pode ajudar a reduzir o impacto ambiental, e promover uma abordagem mais sustentável no processamento de alimentos, contribuindo para a redução de resíduos e a otimização de recursos.

2.5. REFERÊNCIAS

ALIMENTARIUS, Codex. Guidelines on formulated supplementary foods for older infants and young children. **CAC/GL**, v. 11, 1991.

ANDERSON, R. A.; CONWAY, H. F.; PFEIFER, V. F.; GRIFFIN JUNIOR, E. L. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, Minneapolis, v. 14, n. 1, p. 44-11, 1969.

ANYASI, T.A., JIDEANI, A.I., MCHAU, G.R. Phenolics and essential mineral profile of organic acid pretreated unripe banana flour. **Food Res. Int.** 104, p. 100–109, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.063>.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**, 22 ed., USA: Maryland, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>

BALÉ, S.; GUELPA, A.; FOX, G.; MANLEY, M. Rapid Visco Analyser (RVA) as a Tool for Measuring Starch-Related Physicochemical Properties in Cereals: a Review. **Food Analytical Methods**, 12(3), p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12161-019-01581-w>.

BELTRAN, L. B.; SOUZA, A. C.; MELONI, C. E. P.; MAGIERO, P. E.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A. M. S. Evaluation of antioxidant capacity and technological properties of fruit flour of Palm Aiphanes Aculeata. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 36868-36885, 2021. Disponível em: <http://doi.org/10.34117/bjdv7n4-243>.

BORGES, M. V.; SOUSA, E. B.; SILVEIRA, M. F. A.; SOUZA, A. R. M.; ALVES, V. M.; NUNES, L. B. M.; BARROS, S. K. A. Physico-chemical and technological properties of acai residue flour and its use. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021. Disponível em: <http://doi.org/10.33448/rsd-v10i5.14517>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 711, de 01 de julho de 2022. Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário da União**, Brasília, 2022. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_711_2022_.pdf/f9212b72-7d2d-451f-b21b-7a7fb9b94a81. Acesso em: 15 jan. 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução IN n. 75, de 9 de outubro de 2020: Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 fev 2020.

COUTINHO, G. S. M.; RIBEIRO, A. E. C.; PRADO, P. M. C.; OLIVEIRA, E. R.; CARELI-GODIM, I.; OLIVEIRA, E. R.; JÚNIO, M. S. S.; CALIARI, M.; BOAS, E. V. B. V. Green banana starch enhances physicochemical and sensory quality of baru almond-based fermented product with probiotic bacteria. **International Journal of Food Science and Technology**, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijfs.15260>.

COUTINHO, G. S. M.; RIBEIRO, A. E. C.; PRADO, P. M. C.; OLIVEIRA, E. R.; CARELI-GODIM, I.; OLIVEIRA, E. R.; JÚNIO, M. S. S.; CALIARI, M.; BOAS, E. V. B. V. New plant-based fermented beverage made of baru nut enriched with probiotics and green banana: composition, physicochemical and sensory properties. **Journal Food Science and Technology**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05781-5>.

FALCOMER, A.L., RIQUETTE, R.F.R., DE LIMA, B.R., GINANI, V.C., ZANDONADI, R.P. Health benefits of green banana consumption: a systematic review. **Nutrients** 11 (6), 1222, 2019. Disponível em: <https://doi:10.3390/nu11061222>.

FERNANDES, E. R. K.; MARANGONI, C.; SOUZA, O., SELLIN, N. Thermochemical characterizations of banana leaves as a potential energy source. **Energy Conversion and Management**, v. 75, p. 603-608, 2013.

GARCÍA, Y. M.; LEMOS, E. E. P.; RAMOS, A. L. C. C.; REINA, L. D. C. B.; OLIVEIRA, A. F.; PAULA, A. C. C. F. F.; MELO, A. C.; AUGUSTI, R.; ARAÚJO, R. L. B.; MELO, J. O. F. Extração e análise de compostos orgânicos voláteis por spme-hs e gc-ms – um breve referencial teórico. In: MELO, J. O. F. **Ciências Agrárias: o avanço da ciência no brasil**. Graruja -SP: Editora Científica, 2021, ed. 1º, p. 68 – 83. Disponível em: <https://doi.org/10.37885/210504640>

GUADALUPE-MOYANO, V.; PALACIOS-PONCE, A.; ROSELL, C. M.; CORNEJO, F. Impact of drying methods on banana flour in the gluten-free bread quality. **LWT – Food Science and Technology**, 168, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113904>.

KHOOZANI, A. A.; KEBEDE, B.; BEKHIT, A. E. A. Rheological, textural and structural changes in dough and bread partially substituted with whole green banana flour. **Food Science and Technology**, 126, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109252>.

KHOOZANI, A. A.; BIRCH, J.; BEKHIT, A. E. A. Production, application and health effects of banana pulp and peel flour in the food industry. **Journal of Food Science and Technology**, v. 56, n. 2, p. 548-559, 2019.

KRAITHONG, S.; ISSARA, U. A strategic review on plant by-product from banana harvesting: A potentially bio-based ingredient for approaching novel food and agroindustry sustainability. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 20, p. 530- 543, 2021.

LEONEL, M. Analysis of the shape and size of starch grains from diferente botanical species. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 3, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612007000300024>.

MARTINS, A. S.; PEREIRA, S. R.; PEREIRA, E. J.; FREITAS, R. F. Physical-chemical, microbiological and sensory analysis of hamburger developed with jackfruit fiber (*Artocarpus heterophyllus*), plus yam (*Dioscorea* sp.) and green banana flour (*Musa* sp.). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020. Disponível em: I: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.7542>.

MCGUIRE, R. G. **Reporting of Objective Color Measurements**. 1992.

MERRIL, A.L.; WATT, B.K. Energy value of foods: basis and derivation. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105p.

MOHAMMADI-GOURAJI, E.; SOLEIMANIAN-ZAD, S; GHIACI, M. Phycocyanin-enriched yogurt and its antibacterial and physicochemical properties during 21 days of storage. **LWT- Food Science and Technology**, v. 102, p. 230–236, 2019.

NASCIMENTO, M. R. F.; SOUZA, V. F.; OLIVEIRA, N. G. M.; OLIVEIRA, K. C. C.; ASCHERI, J. L. R. Viscoamylographic and hygroscopic properties of avocado (*Persea Gratissima* Gaertner F.), jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus* L.) and seriguela (*Spondias Purpúrea* L.). **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n.7, p. 48730-48748, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n7-005>.

OLIVEIRA, A. R; RIBEIRO, A. E. C.; GONDIM, I. C.; SANTOS, E. A.; OLIVEIRA, E. R.; COUTINHO, G. S. M; JÚNIOR, M. S. S.; CALIARI, M. Isolation and characterization of yam (*Dioscorea alata* L.) starch from Brazil, **LWT**, v. 149 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111843>.

OLIVEIRA, F. B.; SANTIAGO, A. M.; MARSIGLIA, W. I. M. L.; BARBOSA, A. G. A.; SILVA, M. C. S.; GOUVEIA, A. G. M.; NASCIMENTO, M. G. S.; SILVESTRE, M. L.; GALDINO, P. O.; MOTA, M. M. A. Production and characterization of banana peel flour. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17017>.

OLIVEIRA, A. R.; RIBEIRO, A. E. C.; OLIVEIRA, E. R.; RIBEIRO, K. O.; GARCIA, M. C.; CARELI-GONDIM, I.; JÚNIOR, M. S. S.; CALIARI, M. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of snacks developed from broken rice grains and turmeric powder. **International Journal of Food Science and Technology**, 55, p. 2719–2729, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14525>.

PADHI, S.; DWIVEDI, M. Physico-chemical, structural, functional and powder flow properties of unripe green banana flour after the application of Refractance window drying. **Future Foods**, v. 5, 100101, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2021.100101>.

PAES, M., GUIMARAES, P. D. O., de CARVALHO, C. W. P., & de OLIVEIRA, A. C. **Perfil viscoamilográfico de amidos isolados de híbridos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2021. 25 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo ISSN 1679-0154; 231).

SÁ, A. A. de; GONÇALVES, M. I. A.; VASCONCELOS, T. R.; MENDES, M. L. M.; MESSIAS, C. M. B. de O. Physical, chemical and nutritional evaluation of flours prepared with pulp and peel of green banana from different varieties. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, 2021.

SALAZAR, D.; ARANCIBIA, M.; LALALEO, D.; RODRÍGUEZ-MAECKER, R.; LÓPEZ-CABALLERO, M. E.; MONTERO, M. P. Physico-chemical properties and filmogenic aptitude for edible packaging of Ecuadorian discard green banana flours (*Musa acuminata* AAA). **Food Hydrocolloids**, 122, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107048>.

SALCEDO-MENDOZA, J.; PATERNINA-URZOLA, S.; LUJAN-RHENALS, D.; FIGUEROA-FLÓREZ, J. Enzymatic modification of cassava starch (Corpoica M-Tai) around the pasting temperature. **DYNA (Colombia)**, v. 85, n. 204, p. 223–230, 2018.

SANTOS, L. V. R.; MIRANDA, E. S. M.; OLIVEIRA, A. T. C.; DAMACENO, M. N.; SILVA, M. S.; CAVALCANTE, A. B. D. Kinetics of fermentation of milk added with Green Banana Flour for the production of yogurt. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, 2020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5316>

SANTOS, M. R. L. L.; ALMEIDA, T. M. Avaliação físico-química, microbiológica e sensorial de pães enriquecidos com farinha de banana verde com e sem casca. **Científica Multidisciplinary Journal**, v. 7, n. 2, p. 1-11, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.37951/2358-260X.2020v7i2.4781>.

SILVA, J. M.; JÚNIOR, B. D.; VIEIRA, V. B.; KLOSOSKI, S. J.; BARÃO, C. E.; PINHEIRO, K. H.; PIMENTEL, T. C. Cassava starch modified by oxidation: Physical and chemical properties and texture profile of the gels. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8238>.

SILVA, J. S.; MORAES, T. V.; BOAS, E. V. B. V.; DAMIANI, C. Effect of the maturation stage on the profile of volatile compounds of starfruit and seriguela cultivated in Brazil. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 4, 2020. Disponível

em : <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2781>.

STAROWICZ, M.; ROSTEK, D.; LENKIEWICZ, M.; YANEVA, T. G.; WRONKOWSKA, M. Profile of volatile organic compounds (VOCs) produced by selected Lactobacillus strains in buckwheat substrates. **Journal of Cereal Science**, London, v. 109, p. 103588, 2023.

SZEREMETA, J. S.; SIGUEL, G.; AMARAL, J. G.; NASCIMENTO, R. F.; CANTERI, M.H.G. Farinhas de banana: desenvolvimento do produto e sua caracterização físico-química e funcional. **Revista Tecnológica**, v. 27(1), p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/revtecnol.v27i1.34002>.

TEXEIRA, L. V. Análise Sensorial na Indústria de Alimentos. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, nº 366, p.12-21, 2009.

THAKAENG, P.; BOONLOOM, T.; RAWDKUEN, S. Physicochemical Properties of Bread Partially Substituted with Unripe Green Banana (Cavendish spp.) Flour. **Molecules**, 26, 2070, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules26072070>.

VIEIRA, C. F. S.; ZUÑIGA, A. D. G.; OGAWA, T. A. B. Obtenção e caracterização físico-química do extrato hidrossolúvel de amêndoa de baru. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustriais**, v. 14, n. 01, p. 3104-3121, 2020.

VILAR, J. S.; ARANHA, R. S.; CARDOSO, D. K. O.; SANTOS, R. B. R.; OLIVEIRA, O. M. A. Chemical composition and acceptability of cookies produced with green banana flour. **Conjecturas**, v. 22, n. 1, p. 70–78, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/CONJ-450-515-022>

WANG, X.; LIU, S.; AI, Y. Gelation mechanisms of granular and non-granular starches with variations in molecular structures. **Food Hydrocolloids**, v. 129, p. 107-658, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.107658>.

WEBER, F. H., COLLARES-QUEIROZ, F. P.; CHANG, Y. K. Physicochemical, rheological, morphological, and thermal characterization of normal, waxy, and high amylose corn starches. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 748-753, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612009000400008>.

ZAHID, H.F.; RANADHEERA, C.S.; FANG, Z.; AJLOUNI, S. Functional and Healthy Yogurts Fortified with Probiotics and Fruit Peel Powders. **Fermentation**, 8, 469, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/fermentation8090469>.

CAPÍTULO 3

DESENVOLVIMENTO DE BEBIDAS FERMENTADAS DO SUBPRODUTO DE BARU COM POTENCIAL PROBIÓTICO INCORPORADAS DE FARINHA DE BANANA VERDE

RESUMO

As bebidas vegetais têm se destacado como uma alternativa saudável aos produtos lácteos, especialmente por seu perfil nutricional e benefícios nutricionais. Esse crescimento da demanda por produtos *plant-based* tem ganhado espaço, principalmente por pessoas com algum tipo de intolerância e/ou alergia a produtos de origem animal, vegetarianos e veganos. Diante do crescente problema de desperdício de alimentos, foi utilizado como matéria-prima o subproduto da extração do óleo da amêndoa de baru (a torta parcialmente desengordurada) e a farinha de banana verde (FBV) elaborada de forma integral, aproveitando as bananas verdes que seriam descartadas por não possuírem valor comercial. Este estudo visou desenvolver bebidas fermentadas usando torta parcialmente desengordurada de baru, enriquecidas com FBV em diferentes concentrações e adicionadas de uma cultura probiótica mista. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, que consistiram na incorporação de diferentes concentrações de FBV (0, 1.5, 3, 4.5 e 6%) nas bebidas, com três repetições originais. As bebidas foram avaliadas quanto à sua composição proximal, propriedades físico-químicas, compostos bioativos (compostos fenólicos totais e atividade antioxidante), reologia, aceitação sensorial e intenção de compra, qualidade microbiológica e viabilidade das bactérias probióticas. Os resultados apontam que a incorporação da FBV aumentou significativamente os teores de proteínas, lipídios e fibras, destacando as bebidas como fontes nutricionais superiores em comparação às bebidas vegetais comerciais e ao leite de vaca. As análises físico-químicas indicaram que a FBV alterou a coloração, elevou os sólidos solúveis e o pH, enquanto reduziu a acidez titulável e a sinérese, com os melhores resultados observados nas bebidas com maiores concentrações de FBV. O comportamento pseudoplástico das bebidas foi confirmado pela análise reológica, e a FBV resultou em um aumento da viscosidade. A FBV também impactou positivamente nos níveis de compostos bioativos, especialmente na bebida com 6% de FBV. As análises microbiológicas confirmaram que todas as amostras atenderam aos padrões de segurança, enquanto a avaliação sensorial mostrou que as concentrações intermediárias de FBV foram mais bem aceitas. Por fim, a FBV demonstrou um efeito positivo na viabilidade dos probióticos durante o armazenamento. Conclui-se que a incorporação de FBV nas bebidas vegetais fermentadas contribui para um produto final nutricionalmente rico e sensorialmente aceito, além de promover o aproveitamento sustentável de subprodutos e resíduos alimentares, com benefícios adicionais à saúde devido ao suporte ao crescimento de probióticos.

Palavras-chave: Bebidas vegetais; *Dipteryx alata* Vog., *Musa acuminata* 'Dwarf Cavendish'; Viabilidade probiótica.

3.1. INTRODUÇÃO

Os consumidores têm demonstrado interesse por alimentos *plant-based*, impulsionando a demanda por opções não lácteas. Essa tendência alimentar, que destaca o consumo de alimentos de origem vegetal, tem impulsionado um público heterogêneo, incluindo pessoas com algum tipo de intolerância e/ou alergia a produtos de origem animal, vegetarianos, veganos e até mesmo parte da população que está em busca de uma alimentação de maior qualidade nutricional (SYIEMLIH, MORYA, 2022; SILVA et al., 2022)

Entre as opções *plant-based* disponíveis, como substitutos as opções lácteas e seus derivados, as bebidas vegetais já são bem consolidadas no mercado, devido a sua versatilidade e propriedades nutricionais. Estima-se que o mercado brasileiro *plant-based* atinja um faturamento de US\$ 131,8 milhões (R\$ 728,27 milhões) até 2025 (STUCCHI, 2022). As bebidas vegetais podem apresentar teores significativos de proteínas, fibra alimentar, vitaminas e minerais (REGO, VIALTA, MADI, 2023). Bebidas à base de soja (BARBOSA et al., 2020), arroz (BRANDÃO et al., 2021), amêndoas (BOAS et al., 2023) e coco (SOARES; CAVALCANTI, 2023), por exemplo, já são amplamente comercializadas e pesquisadas, a fim de atender a demanda da população.

Apesar de ser bem difundida a pesquisa e comercialização de bebidas vegetais, ainda é pouco estudada a incorporação de cepas probióticas em bebidas vegetais, gerando um apelo de funcionalidade. Os probióticos são microrganismos benéficos que habitam o trato gastrointestinal e, quando consumidos na quantidade correta, trazem benefícios à saúde. Há a necessidade de explorar o potencial da incorporação de cepas probióticas em extratos vegetais (VALERO-CASES et al., 2020).

A amêndoa de baru, entre as diversas matrizes alimentares vegetais disponíveis para estudo, possui propriedades funcionais e nutricionais de interesse para uso na produção de extratos vegetais. O fruto, nativo do Cerrado, é rico em minerais, proteínas, lipídios, fibras e compostos bioativos. Além disso, seu extrato possui um alto potencial de carreador de probióticos (COUTINHO et al., 2023; OLIVEIRA et al., 2020). Como a cadeia produtiva do baru gera uma quantidade considerável de resíduos e subprodutos, o intuito foi a utilização da torta, subproduto obtido da extração parcial do óleo da amêndoa, para o desenvolvimento do extrato vegetal.

Outra matéria-prima que seria de grande interesse ao ser incorporado nas

bebidas vegetais, é a farinha de banana verde (FBV), oriunda de partes descartadas na seleção para consumo direto, ainda pouco explorada neste tipo de produto. Devido a quantidade considerável de fibras e amido resistente no fruto imaturo, a banana verde pode ser considerada um alimento funcional, possuindo um grande potencial prebiótico (ANYASI et al., 2018; COUTINHO et al., 2023). Alinhado com a redução do descarte de bananas verdes, fora de padrão comercial, o estudo visa a utilização integral de bananas verdes para a elaboração da farinha de banana verde.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida fermentada vegetal inovadora, utilizando subproduto da extração de óleo do baru e bananas verdes fora do padrão comercial, além de uma cultura mista de probióticos. A pesquisa avaliou detalhadamente o potencial nutricional da bebida, seus parâmetros físico-químicos, compostos bioativos, viabilidade probiótica e aceitação sensorial. Com isso, o intuito não é apenas criar alternativas *plant-based* que atendam às necessidades de um público diversificado, mas também contribuir para a sustentabilidade e redução do impacto ambiental, promovendo práticas mais responsáveis e eficientes na produção de alimentos.

3.2.MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. MATERIAL

As amostras da torta parcialmente desengordurada foram adquiridas junto a Indústria e Distribuidora Florir de Sal, localizada em Goiânia, Goiás. As amêndoas de baru foram submetidas a prensagem em Prensa extratora de óleo (Scott tech, ERT 60, Valinhos-SP, Brasil), para separação do óleo, obtendo assim a torta parcialmente desengordurada de baru. Já as bananas verdes fora de padrão comercial, variedade Nanica (*Musa acuminata 'Dwarf Cavendish'*), para a produção da farinha, foram obtidas com um pequeno produtor da cidade de Nerópolis (Goiás, Brasil) no estágio 1 de maturação. As amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) e transportadas até o laboratório de processamento de vegetais da Escola de Agronomia, setor de Engenharia de Alimentos, onde foram imediatamente processadas. A cultura probiótica utilizada foi a DVS ABT-5 da Chr. Hansen (500U), contendo *Streptococcus thermophilus*, como iniciador, e duas cepas probióticas, o

Lactobacillus acidophilus La-5 e *Bifidobacterium animalis subsp. lactis* Bb-12. O açúcar cristal, marca Cristal Alimentos, utilizado para produção das bebidas, foi obtido no mercado varejista local.

3.2.2. PRODUÇÃO DA FARINHA DE BANANA VERDE (FBV)

Para a produção da farinha de banana verde integral (FBV), inicialmente, as bananas foram lavadas e sanitizadas em uma solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm/15 min. As bananas foram cortadas em rodela (aproximadamente 5mm), secas em estufa de circulação forçada de ar (45°C por 22h) (TECNAL, TE-394/4 MP, Piracicaba-SP, Brasil) e moídas em um moinho de facas da SP Labor, modelo SP-31 (200W), Presidente Prudente-SP, Brasil. Foram acondicionadas em saco plástico de polietileno de baixa densidade e armazenadas em refrigeração a 5°C.

3.2.3. PRODUÇÃO DA FARINHA PARCIALMENTE DESENGORDURADA DE BARU (FPDB)

Para a produção da FPDB, inicialmente, a torta parcialmente desengordurada foi triturada em liquidificador (Vitalex, LQI-02, Catanduva-SP, Brasil) e torrada em estufa de circulação forçada de ar (120°C por 20 min) (TECNAL, TE-394/4 MP, Piracicaba-SP, Brasil). Após atingir temperatura ambiente, a FPDB foi armazenada em saco plástico de polietileno de baixa densidade e armazenadas em refrigeração a 5°C.

3.2.4. PRODUÇÃO DAS BEBIDAS VEGETAIS FERMENTADAS

Para o desenvolvimento das bebidas fermentadas, foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos, onde houve a variação da concentração de farinha integral de banana verde (0; 1,5; 3; 4,5 e 6%) adicionada às bebidas fermentadas, com três repetições originais, totalizando 15 unidades experimentais. A metodologia utilizada para preparação das bebidas foi descrita por Coutinho et al. (2023), com adaptações. A farinha parcialmente desengordurada de baru

(FPDB) foi batida com água fervente (1:9) em liquidificador (Vitalex, LQI-02, Catanduva-SP, Brasil) e filtrada em peneira de 35 mesh (0,5mm). Adicionou-se em seguida 10% (m/v) de açúcar a este filtrado, que foi pasteurizado a 85°C por 20min¹ (dando origem ao extrato aquoso pasteurizado de FPDB). Após resfriamento a \pm 45°C, foram adicionados diferentes concentrações de FBV de acordo com o delineamento experimental, e elevou-se a temperatura até \pm 80°C em banho-maria com homogeneização por 5min. As bebidas foram resfriadas a 37°C e inoculadas com a cultura probiótica DVS ABT-5, com posterior incubação em B.O.D (*Biochemical Oxygen Demand*) (Tecnal, TEC-51, Piracicaba, Brasil) a 37°C até atingir pH entre 4.8-4.9, em torno de 8-12h de fermentação. Após esse período de incubação, o produto foi armazenado sob refrigeração a 5°C por 12h e, em seguida, submetido à liofilização, para realização de algumas análises que necessita do produto em forma sólida.

Para a preparação da cultura diluída, primeiramente, a cultura DVS ABT-5 foi colocada diretamente em 250mL do extrato aquoso pasteurizado de FPDB, agitada por 2 min. e incubada por 30min a 37°C. Após a incubação, a cultura diluída foi distribuída em eppendorfs de 2mL e congeladas a -18°C. Para utilização, a cultura diluída foi descongelada em temperatura ambiente e transferida diretamente para as amostras (quantidade correspondente de 1mL da cultura para cada 1L da bebida).

3.2.5. COMPOSIÇÃO PROXIMAL E PERFIL DE MINERAIS

As composições proximais das bebidas vegetais fermentadas foram determinadas usando os procedimentos padrão da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2023). O teor de umidade foi determinado pela secagem em estufa (TECNAL, TE-393/1, Piracicaba-SP, Brasil) de quantidade conhecida a 105 °C até peso constante. O teor de cinzas foi estimado por carbonização em bico de bunsen e incineração em mufla (EDG, Série Economic, São Carlos-SP, Brasil) a 550°C até peso constante. O teor de proteína foi estimado pela quantificação do teor de nitrogênio da farinha de sementes em um aparelho de Kjeldahl (TECNAL, TE-0363, Piracicaba-SP,

¹ A escolha do binômio tempo x temperatura da pasteurização das bebidas vegetais fermentadas tem como objetivo garantir tanto a segurança microbiológica quanto a inativação enzimática. Esse tempo mais longo e temperatura relativamente alta, em comparação com o método tradicional de pasteurização HTST (72°C por 15 segundos), assegura que a matriz vegetal seja preservada adequadamente, ao mesmo tempo em que elimina micro-organismos de deterioração e patógenos que podem ser mais resistentes em produtos de origem vegetal (SANDHYA; ANANDAKUMAR, 2021).

Brasil). O fator de conversão padrão ($N \times 6,25$) foi usado para converter o conteúdo de nitrogênio em proteína bruta. O teor de gordura foi determinado por extração com solvente com éter de petróleo em aparelho Soxhlet (TECNAL, TE-0448/50, Piracicaba-SP, Brasil). A fibra alimentar total foi avaliada pelo método enzimático-gravimétrico (AOAC, 2023). Os outros carboidratos foram determinados pela diferença entre 100 e a soma dos componentes determinados. A energia foi estimada usando o método do Codex Alimentarius (1991) utilizando-se os fatores de conversão de 4 kcal g⁻¹ para proteína e carboidrato, 9 kcal g⁻¹ para lipídeos e 2 kcal g⁻¹ para fibra alimentar total (MERRIL, WATT, 1973). Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos em g/100g de matéria úmida.

Para quantificação de minerais dos produtos (BRASIL, 2017), as amostras foram analisadas quanto ao teor de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn) e sódio (Na) pela empresa Terra Análises para Agropecuária (Goiânia-GO). Foram determinados por digestão nitro-perclórica (210 °C) e digestão sulfúrica (350 °C). Na primeira digestão foram determinados os teores de Mg, K, P, Ca, S, Cu, Mn, Zn e Fe. Já na segunda digestão, foi determinado o teor de N por micro-kjedahl. A partir da espectrofotometria de absorção molecular (700 plus, FEMTO, São Paulo, Brasil), foram determinados o P (660 nm) e S (420 nm). O Mg, Zn, Cu e Fe por espectrofotometria de absorção atômica de chama (Analyst-400, Perkin Elmer, Waltham, EUA), e por fim, o K por fotometria de chama (Corning, Nova York, EUA). Os resultados foram expressos em mg/L de matéria úmida.

3.2.6. PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DAS BEBIDAS VEGETAIS

O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado em refratômetro (Reichert, AR200, New York, USA), a acidez titulável (AT), por titulação com NaOH (0,1 mol/L) e o pH determinado em potenciômetro portátil (Tecnal, 3P-MP, Piracicaba, Brasil), conforme recomendação da AOAC (2023). Já a sinérese foi determinada conforme relatado por Mohammadi-Gouraji et al. (2019).

Os parâmetros instrumentais de cor (L^* , a^* e b^*) foram determinados em colorímetro digital ColorQuest II (Hunter-Lab, Reston, Virginia, EUA), com 10 leituras para cada repetição original. Posteriormente, foram calculados a saturação da cor pelo

valor de croma, a tonalidade a partir do ângulo Hue (H°) de acordo com as equações 2 e 3. O colorímetro foi padronizado usando placa de calibração branca (MCGUIRE, 1992). A partir das coordenadas CIELAB de cor obtidas e com o auxílio do aplicativo Nix Color Sensor, foi possível fazer a representação da cor da FBV.

3.2.7. ANÁLISE REOLÓGICA

Os parâmetros reológicos foram avaliados usando o Reômetro Anton Paar (Physica, MCR 101, Ostfildern, Alemanha). Foi realizada uma única leitura dos dados em temperatura de 5°C (temperatura de consumo), utilizando 60 mL de cada amostra. A taxa de cisalhamento variou de 0 a 500 s^{-1} em curvas ascendentes e descendentes, neste mesmo intervalo. Obteve-se 50 pontos de leitura para a taxa de cisalhamento, tensão de cisalhamento e viscosidade. Os dados experimentais foram aplicados a uma equação reológica com o melhor ajuste, baseando-se no coeficiente de determinação (R^2). O comportamento das amostras foi caracterizado pelo modelo reológico de Herschel-Bulkley, representado na equação 6:

$$\tau = \tau_0 + K\gamma^n \quad (\text{Equação 6})$$

Onde,

τ = tensão de cisalhamento (Pa);

τ_0 = taxa de cisalhamento inicial (Pa);

K = índice de consistência ($\text{Pa}\cdot\text{s}^n$);

γ = taxa de cisalhamento (s^{-1});

n = índice de comportamento (adimensional).

3.2.8. COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Os extratos metanólicos foram preparados de acordo com Rufno et al. (2010). O conteúdo de fenólicos totais foi quantificado pelo método de Folin-Ciocalteu, conforme descrito por Kupina et al. (2018). Os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE)/100 g de amostra. A capacidade antioxidante foi determinada por três métodos diferentes: radical monocatión ABTS+ expresso em μM Trolox/100 g de

amostra pelo radical livre DPPH expresso em $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ de amostra (BRAND-WILLIAMS, CUVELIER, BERSET, 1995; SANCHEZ-MORENO, LARRAURI, SAURA-CALIXTO, 1998) e pelo método de redução férrica FRAP expresso em $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ de amostra (BENZIE, STRAIN, 1996; RUFINO et al., 2010). Esses métodos determinam diferentes poderes antioxidantes, como a capacidade de eliminar radicais livres (métodos DPPH e ABTS) e íons metálicos quelatos (métodos FRAP). Todas as análises foram realizadas em triplicata a partir de três amostras originais de cada concentração.

3.2.9. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As análises microbiológicas foram realizadas antes da avaliação sensorial de acordo com os valores estipulados pela IN 161/2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. De acordo com a instrução normativa, as amostras se enquadram na categoria 12 de “sucos e outras bebidas submetidas a processos tecnológicos para redução microbiana, que necessitam de refrigeração”. Nesta categoria é exigido a contagem de *Salmonella* spp. (AOAC, 2023), *Bacillus cereus* (ISO, 2020), *Enterobacteriaceae* (AFNOR 3M 01/06-09/97) e bolores e leveduras (RYU & WOLF-HALL, 2015). Além disso, no anexo II da normativa, ainda é citado a inclusão na contagem de *Listeria monocytogenes* (AOAC, 2023) para alimentos prontos para o consumo. A análise de bolores e leveduras foi realizada no Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, no Centro de Tecnologia de Laticínios e Bactérias Lácteas (TECNOLAT). As demais análises foram realizadas no Centro de Pesquisa em Alimentos – CPA, na Escola de Veterinária e Zootecnia da UFG.

3.2.10. ANÁLISE SENSORIAL E INTENÇÃO DE COMPRA

As análises dos produtos fermentados foram realizadas por teste afetivo de aceitação com escala hedônica de 9 pontos (9 = gostei extremamente, 8= gostei muito; 7= gostei moderadamente, 6= gostei ligeiramente, 5 = não gostei nem desgostei, 4= desgostei ligeiramente, 3= desgostei moderadamente, 2= desgostei muito e 1 = desgostei extremamente) para os atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e

aceitação global. Além do teste de aceitação, foi realizado também o teste de intenção de compra em uma escala de 5 pontos (5= compraria certamente, 4= provavelmente compraria, 3= talvez comprasse/ talvez não comprasse, 2= provavelmente não compraria e 1= certamente não compraria). Foram recrutados 107 avaliadores não treinados para a realização da análise.

As cinco amostras codificadas foram apresentadas simultaneamente em copos descartáveis de 50 mL, de forma aleatória, juntamente com água mineral e um biscoito de água e sal. Os resultados foram expressos por meio das médias das avaliações para cada variável, identificando a amostra com melhor aceitação pelos consumidores (DUTCOSKY, 2013). O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Goiás (CAAE: 78522024.9.0000.5083).

3.2.11. ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DAS BEBIDAS VEGETAIS FERMENTADAS

As diferentes formulações das bebidas vegetais fermentadas foram analisadas em relação ao pH e a viabilidade de *Lactobacillus* sp., *Bifidobacterium* sp. e *Streptococcus thermophilus* durante o período de armazenamento, no intervalo de 0, 7, 14, 21 e 28 dias. A finalidade foi avaliar a influência da incorporação das diferentes concentrações de FBV (0, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%) na viabilidade das culturas probióticas.

3.2.11.1. Avaliação do pH

O pH foi determinado em potenciômetro portátil (Tecnal, 3P-MP, Piracicaba, Brasil), conforme recomendação da AOAC (2023).

3.2.11.2. Viabilidade celular das bactérias probióticas

A análise de viabilidade dos microrganismos probióticos foi realizada no Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, no Centro de Tecnologia de Laticínios e Bactérias Lácteas (TECNOLAT). Para a realização da análise, pesou-se 10g de cada amostra, em um recipiente estéril, e adicionou-se caldo do agar MRS de modo que a

proporção final fosse 1:10. Foram realizadas diluições seriadas em tubos com água peptonada 0,1% estéril e realizada as análises.

Para a quantificação de *Lactobacillus sp.*, foram enumerados em ágar MRS, com pH ajustado em torno de 5,4, suplementado com cisteína (0,05%) e incubadas sob anaerobiose a $37\pm 1^\circ\text{C}$ por 72h (SCHOENI, 2015). Já para quantificação de *Bifidobacterium sp.*, foram enumerados em ágar MRS-LP (pH 6,5) e incubadas sob anaerobiose a $37\pm 1^\circ\text{C}$ por 72h (SCHOENI, 2015; LAPIERRE, UNDELAND e COX, 1992). A quantificação de *Streptococcus thermophilus* foi realizada em ágar M17 (pH 6,8) e incubadas sob anaerobiose a $37\pm 1^\circ\text{C}$ por 72h (SCHOENI, 2015; ISSO 27205/IDF 149, 2010).

Após o procedimento de contagem, as colônias desenvolvidas nos meios de cultura, foram isoladas e caracterizadas quanto à morfologia e a coloração de Gram. A morfologia foi observada em microscópio Zeiss com objetiva 40x e ocular 10x (HARRIGAN, 1998). Os resultados expressos em UFC/mL, e todas as análises foram realizadas em duplicata.

Foi avaliado também a cinética de morte das bactérias probióticas partir de três modelos primários: de primeira ordem (BUCHANAN; CYGNAROWICZ, 1990), logístico (BUCHANAN; WHITING; DAMERT, 1997) e de Gompertz (ZWIETERING et al., 1991), de acordo com as equações 7, 8 e 9, respectivamente.

$$y = N_0 \cdot \exp(k \cdot t) \quad (\text{Equação 7})$$

Onde,

N_0 = população inicial de bactérias no tempo $t=0$;

K = constante de crescimento exponencial

t = tempo de armazenamento (dias);

y = contagem bacteriana em função do tempo (UFC/g ou UFC/mL).

$$y = \frac{N_{max}}{1 + \left(\frac{N_{max}-N_0}{N_0}\right) \cdot \exp(-r \cdot t)} \quad (\text{Equação 8})$$

Onde,

N_0 = população inicial de bactérias no tempo $t=0$;

N_{max} = população máxima que pode ser atingida;

r = taxa de crescimento específica

t = tempo de armazenamento (dias);

y = contagem bacteriana em função do tempo (UFC/g ou UFC/mL).

$$y = k - \delta \cdot \exp\left(-\exp\left(\frac{d_{max} \cdot \exp(1)}{\delta} \cdot (\alpha - t) + 1\right)\right) \quad (\text{Equação 9})$$

Onde,

k = população máxima de bactérias que pode ser atingida;

δ = diferença entre a população inicial e a população máxima;

d_{max} = taxa de crescimento máxima;

α = tempo em que ocorre a taxa de crescimento máxima

t = tempo de armazenamento (dias);

y = contagem bacteriana em função do tempo.

3.2.12. PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ESTATÍSTICO

Empregou-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos sendo o produto fermentado com adição diferentes concentrações de farinha de banana verde integral (FBV) (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%), com três repetições originais, totalizando 15 unidades experimentais. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), com probabilidade de 5% ($p < 0,05$), e ao teste Tukey para identificar diferenças significativas entre as médias, utilizando o programa computacional Statistica 10.0 (StaSoft Inc., Tulsa, USA).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. COMPOSIÇÃO PROXIMAL E TEOR DE MINERAIS

A farinha de torta parcialmente desengordurada de baru (FPDB), utilizada para elaboração das bebidas fermentadas, obteve a seguinte composição proximal: umidade $3,37 \pm 0,03$, cinzas $1,93 \pm 0,02$, proteínas $26,21 \pm 0,39$, lipídeos $22,84 \pm 0,47$, fibra alimentar total $20,18 \pm 0,06$ e carboidratos 28,74 ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$ base seca, exceto umidade expressa em $\text{g } 100\text{g}^{-1}$ base úmida). Borges et al. (2022) encontraram, para a farinha de torta, 5,10%

para umidade, 4,12% para cinzas, 25,12 para lipídios e 34,42 para proteínas. Valores acima dos encontrados neste estudo, exceto o teor de lipídeos. O teor de lipídeos, ainda considerado elevado, pode ser justificado pelo processo incompleto da prensagem das amêndoas, não sendo capaz de promover a remoção total do teor de lipídeos. Porém, a técnica de prensagem mecânica é um processo mais natural, pelo fato de não se aplicar produtos químicos para que ocorra a extração do óleo. Os níveis de lipídios ainda continuam elevados o que gera uma maior atenção em relação a sua conservação e armazenamento, já que há o favorecimento do ranço hidrolítico e oxidativo, podendo gerar alterações na FPDB. Devido a este fato, a torta, neste estudo, é denominada de parcialmente desengordurada.

Na Tabela 6 podemos observar a composição proximal e o perfil mineral das bebidas desenvolvidas.

Tabela 6. Composição proximal e perfil mineral das bebidas vegetais fermentadas de FPDB e FBV

Parâmetros	C	1	2	3	4
Umidade ¹	79,91±0,03 ^a	77,84±0,04 ^b	76,20±0,18 ^c	74,79±0,09 ^d	72,30±0,10 ^e
Cinzas ¹	0,32±0,00 ^e	0,43±0,01 ^d	0,52±0,00 ^c	0,66±0,01 ^b	0,81±0,02 ^a
Proteínas ¹	2,14±0,01 ^e	2,48±0,00 ^d	2,70±0,03 ^c	2,91±0,01 ^b	3,17±0,05 ^a
Lipídeos ¹	2,05±0,03 ^e	2,30±0,02 ^d	2,63±0,03 ^c	2,83±0,03 ^b	3,11±0,10 ^a
Fibras totais ¹	1,84±0,00 ^e	2,04±0,00 ^d	2,22±0,00 ^c	2,39±0,00 ^b	2,54±0,00 ^a
Carboidratos totais ^{1,2}	13,73±0,05 ^e	14,92±0,03 ^d	15,72±0,02 ^c	16,41±0,02 ^b	18,06±0,05 ^a
Valor energético Total ³	78,22	86,17	92,95	98,01	107,90
Nitrogênio ⁴	0,32	0,30	0,32	0,31	0,32
Fósforo ⁴	1,80	1,60	1,80	1,70	1,80
Potássio ⁴	145,00	175,00	190,00	275,00	215,00
Cálcio ⁴	30,00	30,20	28,00	29,50	27,00
Magnésio ⁴	26,00	30,50	27,50	31,70	24,00
Enxofre ⁴	2,20	1,40	2,20	1,80	1,80
Cobre ⁴	0,002	0,001	0,002	0,003	0,001
Ferro ⁴	6,40	9,70	7,40	6,80	6,10
Manganês ⁴	0,50	0,60	0,60	0,50	0,60
Zinco ⁴	0,50	1,30	0,40	0,60	0,40
Sódio ⁴	10,00	9,00	10,00	10,00	9,00

Letras iguais nas linhas indicam não haver diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey entre as formulações. ¹Os valores estão representados em base úmida ($\text{g } 100\text{g}^{-1}$). ² Calculado por diferença, subtraindo-se de 100 os valores obtidos para umidade, lipídios, cinzas e proteínas. ³ $\text{kcal } 100\text{g}^{-1}$. ⁴ $\text{mg } 100\text{mL}^{-1}$. (C: bebida controle, sem adição de FBV; 1: adição de 1,5% de FBV; 2: adição de 3% de FBV; 3:

adição de 4,5% de FBV e 4: adição de 6% de FBV)

Ao aumentar a proporção de FBV nas bebidas fermentadas, já era previsto que o teor de umidade tivesse uma redução, pelo fato de se aumentar a quantidade de matéria seca, e essa redução ocorreu de forma significativa. Não somente na umidade, mas a incorporação de diferentes concentrações de FBV impactou significativamente os outros teores.

Ao inverso da umidade, que reduziu com a adição da FBV, os teores de cinzas, proteínas, lipídeos, fibra alimentar e carboidratos totais, aumentaram significativamente. Desta forma, é possível constatar que as composições da FBV, com teores consideráveis de proteínas, lipídeos, carboidratos e fibras, foram capazes de promover aumentos significativos nos parâmetros das bebidas elaboradas. O teor de lipídeos teve um aumento significativo variando de 2,05% - 3,11%, proteínas de 2,14% - 3,17%, fibras totais 1,84% - 2,54%, carboidratos de 13,73 - 18,06 e o valor energético total de 78,22 a 107,90 kcal 100⁻¹. Os resultados indicam que a bebida com 6% de incorporação de FBV obteve os maiores teores de cinzas, proteínas, lipídeos, fibra alimentar e carboidratos.

A IN 75 de 2020 (BRASIL, 2020) que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, considera um alimento fonte de fibras, aquele alimento que obtiver no mínimo 10% do VDR (valor diário recomendado) por 100 mL ou g, e 20% do VDR por 100 mL ou g para ser classificado como alto conteúdo, onde o VDR para fibras é de 25g. Desta forma, somente a bebida com 6% de FBV pode ser considerada fonte de fibras. Vale ressaltar que, tanto o baru (e seu subproduto) quanto a própria FBV possuem uma grande quantidade de fibras, o que favoreceu na elaboração das bebidas vegetais fermentadas.

Ao produzir bebidas fermentadas vegetais de amêndoa de baru controle e incorporada com farinha de banana verde integral, Coutinho et al. (2023) obtiveram resultados semelhantes aos encontrados neste estudo, diferindo apenas no teor de lipídeos, devido ao teor mais elevado da própria amêndoa que foi utilizada como matéria-prima, apresentando 4,92% e 5,44%, para as bebidas controle e com 4,5% de FBV, respectivamente.

Ao fazer uma comparação das bebidas elaboradas, incluindo a bebida controle, com as bebidas vegetais comerciais, todas obtiveram teores de proteínas maiores do que as opções comerciais descritas por Mello et al. (2021): soja (2,2 g/100g), amêndoa (0,4 g/100g), arroz (0,0 g/100g) e coco (0,0 g/100g). Em relação ao teor de fibras,

novamente, todas as bebidas elaboradas tiveram teores maiores que as bebidas vegetais comerciais: soja (0,0 g/100g), amêndoa (0,0 g/100g), arroz (0,4 g/100g) e coco (0,0 g/100g). Ao fazer a mesma comparação dos teores de proteínas e fibras com o leite de vaca UHT integral, somente a bebida com 6% de FBV obteve um teor maior de proteínas que o leite de vaca (3 g/100g), e em relação às fibras, todas as bebidas elaboradas tiveram teores maiores que os descritos por Mello et al. (2021) para o leite de vaca (0,0 g/100g).

A respeito dos teores de minerais das bebidas, não se pode afirmar se houve diferença significativa, pois foi realizada rodada única dos dados. Mas pode-se observar que alguns minerais (nitrogênio, fósforo, enxofre, cobre, manganês e sódio) não tiveram grandes variações, onde o teor de cobre foi quase que insignificante.

Segundo Venquiaruto e Dallago (2018), alguns teores de minerais variam de acordo com a variedade, safra e tempo do produto (cálcio, cobre, manganês, magnésio, potássio e zinco). O teor de cobre, potássio e sódio aumenta de acordo com a idade do fruto, já os demais reduzem.

A IN 75 de 2020 (BRASIL, 2020) aponta que para o cálcio, ferro, magnésio, zinco, fósforo, cobre, manganês e potássio, o VDR é de 1.000, 14, 420, 11, 700, 900, 3 e 3.500 mg/dia, respectivamente. E como mencionado na mesma IN, para o produto ser considerado fonte desses minerais, é necessário obter no mínimo 15% do VDR por 100g/ 100mL ou porção para ser considerado fonte, e no mínimo 30% para ser considerado com alto teor. Baseado na legislação, todas as bebidas elaboradas podem ser consideradas com altos teores de ferro, a bebida 1,5% de FBV é fonte de zinco e todas as bebidas podem ser consideradas fonte de manganês.

Os altos teores de ferro presentes em bebidas vegetais elaboradas são de suma importância, especialmente para o público vegetariano e vegano, que não consome alimentos de origem animal, tradicionalmente ricos nesse mineral. Desta forma, se torna necessário encontrar fontes alternativas para atender às suas necessidades nutricionais

Ainda baseado na IN 75 de 2020 (BRASIL, 2020), o produto possui teores máximos para ser considerado baixo em sódio (até 80 mg/porção), muito baixo (até 40 mg/porção) e não contém (até 5 mg/porção). Todas as bebidas elaboradas podem ser considerado “muito baixo” em sódio, independente da incorporação de FBV. Isso pode ser considerado um bom resultado, pois o consumo excessivo de sódio está relacionado ao aumento da pressão arterial e o maior risco de doença cardiovascular, acidente vascular cerebral e doença cardíaca (NILSON et al., 2021).

3.3.2. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E REOLÓGICAS DAS BEBIDAS VEGETAIS

Nas Figuras 8 a 12 são apresentados os resultados obtidos das características físico-químicas das bebidas vegetais fermentadas com a incorporação de diferentes concentrações de FBV, segundo delineamento proposto.

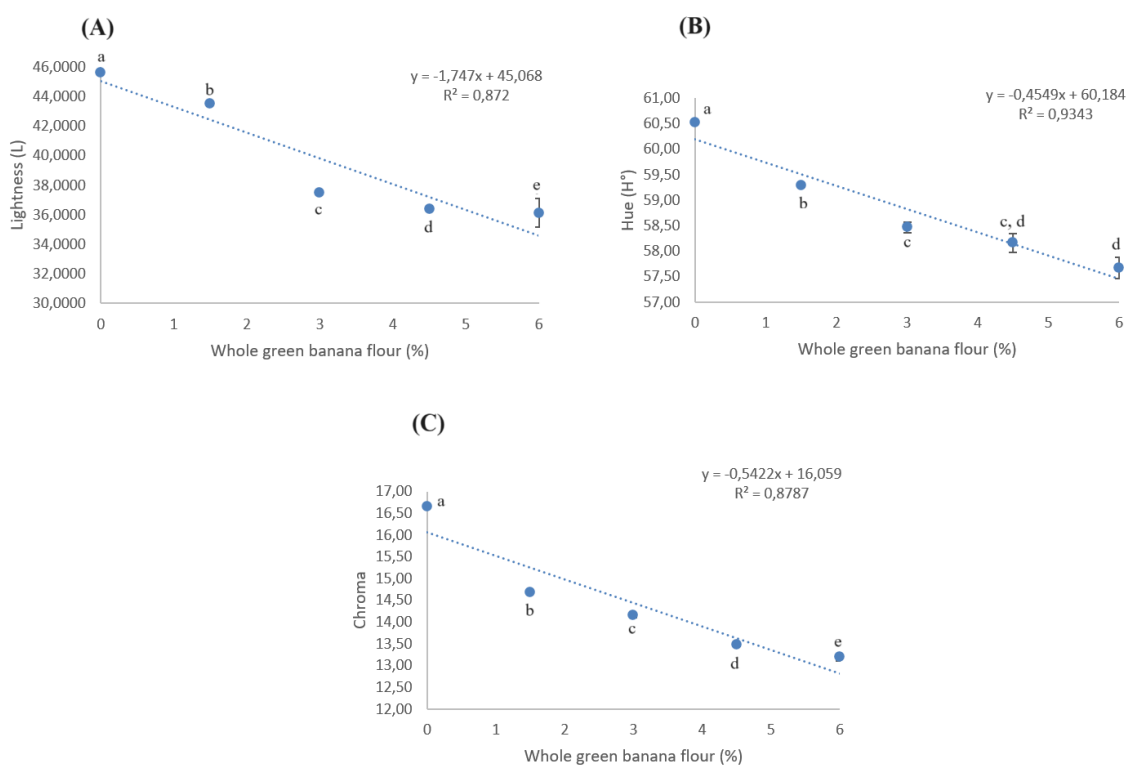


Figura 8. Propriedades *colorimétricas* das bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%): (A) luminosidade, (B) hue e (C) croma.

Os resultados de cor obtidos (Figura 8), indicam que a adição de FBV modificou os significativamente parâmetros ($p < 0,05$) de luminosidade (L^*), ângulo hue (H°) e croma (saturação) das bebidas. Em função do aumento na concentração de FBV nas bebidas, houve uma tendência de redução linear dos valores. Quanto menor o valor de L^* , mais próximo de preto (0) é a coloração e conforme se aumenta a concentração de FBV, mais escuro se torna a bebida. Os valores de croma tiveram baixa saturação, e essa saturação também reduziu linearmente à medida que foram adicionadas maiores quantidades de FBV, dando origem a uma cor mais pálida. O ângulo Hue (H°), que é o

atributo referente a tonalidade, obteve-se valores entre 60,51 e 57,67, próximo ao amarelo acastanhado. Comparando estes dados com os resultados obtidos por Coutinho et al. (2021), ao adicionar diferentes concentrações de amido de banana verde em bebidas fermentadas de baru, também houve uma redução linear de L^* , H° e croma à medida que se aumentou a concentração de amido (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).

Na Figura 9, temos uma representação visual da alteração da coloração das bebidas com o auxílio do aplicativo Nix Color Sensor. Com a imagem, percebe-se que as bebidas ficam cada vez mais escuras, com a cor menos intensa e menos amareladas, a medida que se aumenta a concentração de incorporação da FBV. Mais adiante, serão relacionados os dados obtidos na análise colorimétrica com os dados obtidos na análise sensorial, para o parâmetro de cor, e será verificado se a incorporação da FBV, que ocasionou o escurecimento das bebidas, influenciou na decisão do consumidor no momento da avaliação.

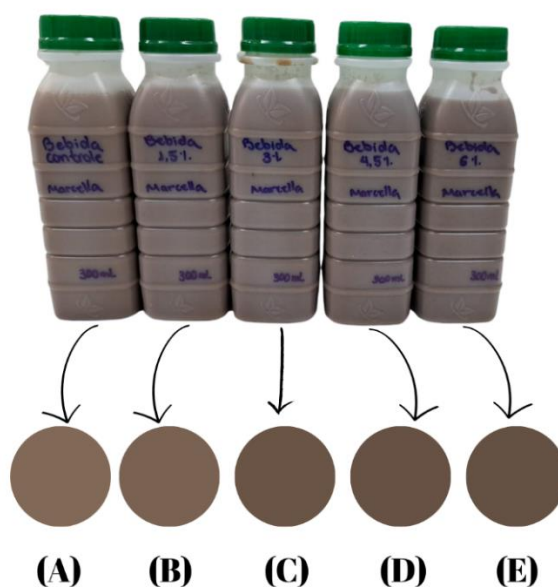


Figura 9. Representação visual das cores das bebidas fermentados de FPDB e FBV, a partir do Nix Color: (A) bebida controle, (B) bebida com incorporação de 1,5% de FBV, (C) 3% de FBV, (D) 4,5% de FBV e (E) incorporação de 6% de FBV.

Fonte: Arquivo pessoal da autora (2024).

Quanto aos teores de sólidos solúveis (SS), os valores aumentaram linearmente conforme foi incorporada a FBV (Figura 10A), variando de 12,87 – 15,9, havendo diferença significativa entre eles. Logo, pode-se observar o impacto direto no teor de SS das bebidas com a incorporação da FBV. O aumento dos SS é benéfico para a estabilidade das bebidas elaboradas. Teores de SS mais altos podem melhorar a viscosidade das bebidas, o que, por sua vez, pode reduzir a sinérese. Ponto relevante

para bebidas vegetais que possuem tendência a separação de fases. Vieira, Zuñiga e Ogawa (2020), obtiveram um teor de SS médio de 6,5°Brix, ao produzir um extrato de amêndoa de baru. Possivelmente, pelo fato dos autores não terem utilizado um espessante em suas formulações, o teor de SS encontrado foi menor do que o obtido no nesse estudo.

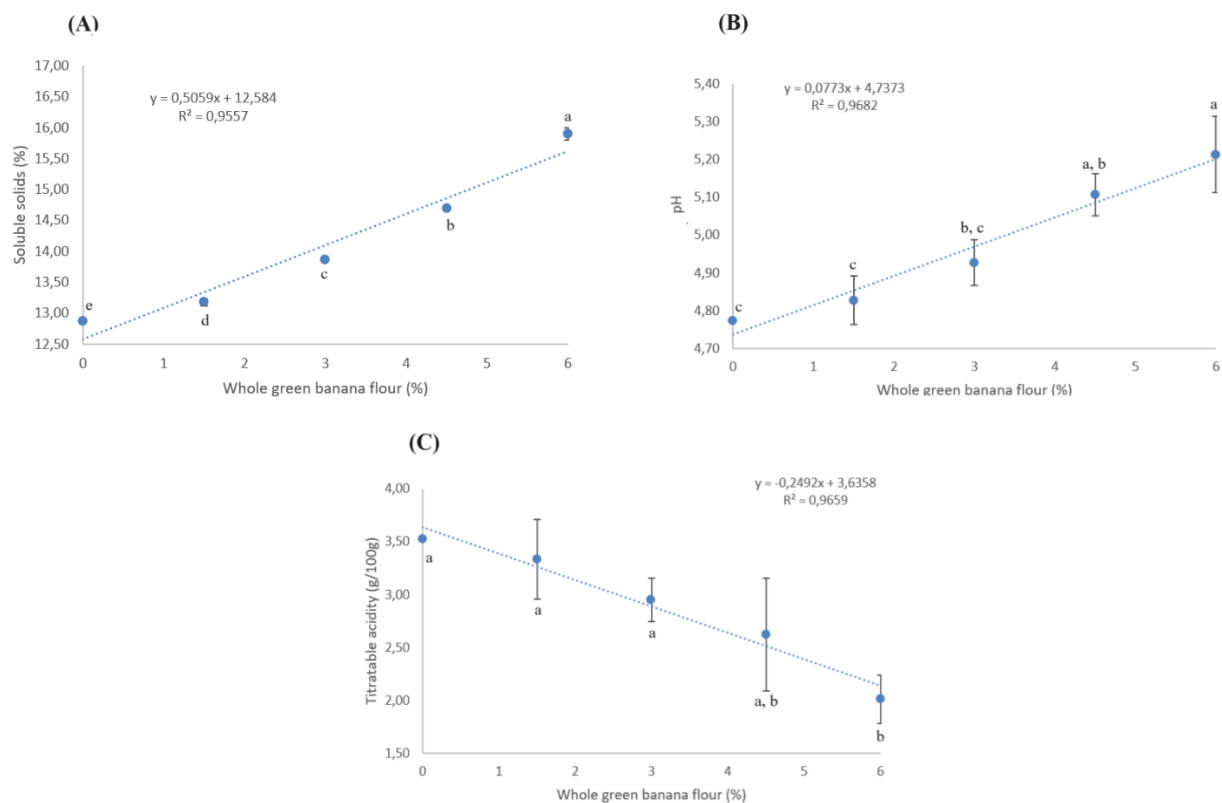


Figura 10. Parâmetro químicos das bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%): (A) sólidos solúveis, (B) pH e (C) acidez titulável.

Os pH dos extratos fermentados foram obtidos, em média, 13h após finalizar sua fermentação. Como se pode observar (Figura 10B), houve também um aumento linear no pH das bebidas (4,77 – 5,21) conforme o aumenta da concentração de FBV, havendo diferença significativa em relação ao controle somente as amostras com 4,5% e 6% de FBV. Esse resultado corrobora com os encontrados por Sá et al. (2021). Ao desenvolver uma bebida de manga prebiótica com adição de farinha de banana verde integral (0, 5, 10 e 15%), Sá et al. (2021) encontraram uma faixa de pH de 3,97 – 4,69. Além disso, também observaram que o pH aumentou conforme a concentração da FBV incorporada também aumentava. Já Zahid et al. (2022), ao analisar bebida láctea fermentada com

adição de 2% de farinha de casca de banana verde, encontraram um pH médio 4,49, resultados menores aos relatados nesse estudo.

Em contrapartida, os teores de acidez titulável (AT) agiram inversamente ao pH (Figura 10C). Enquanto havia um aumento do pH, à medida que se aumentava as concentrações de FBV nas bebidas fermentadas, a AT reduzia (3,53 – 2,01). Como se pode observar, houve uma diferença significativa, comparado com o controle, apenas a amostra de 6% de incorporação de FBV. Tal fato pode ter acontecido pela possível habilidade tamponante da FBV ao ser associada a bactérias ácido-láticas. Porém, tal situação não impediu que ocorresse a redução do pH inicial (6,0 – 6,3) durante o processo fermentativo das bebidas, até atingir 4,8 – 4,9, como o estipulado.

Os resultados obtidos de SS, pH e AT neste estudo foram similares aos encontrados por Coutinho et al. (2021), ao produzir extrato vegetal de baru com adição de amido de banana verde. Os autores citados também obtiveram um aumento linear dos SS, pH, (4,84 a 4,98) e a redução da AT com o aumento da concentração de amido de banana.

A sinérese é um processo onde o gel de amido sofre uma contração e ocorre a liberação de água, fenômeno observado em géis durante o processo de retrogradação do amido (WANG et al., 2015). Os resultados podem ser observados na Figura 11.

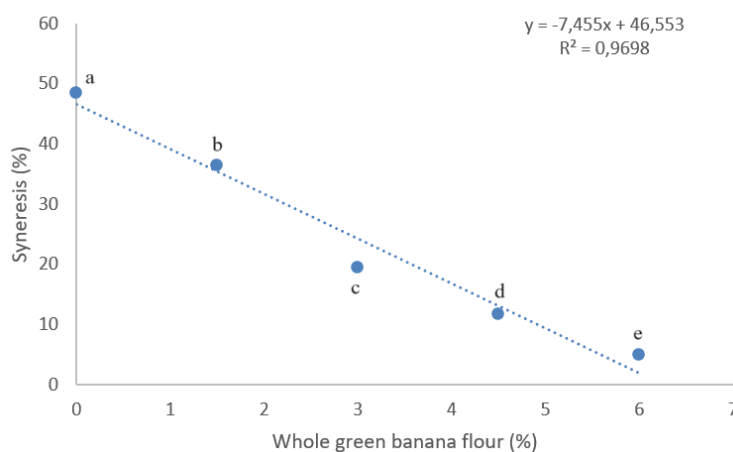


Figura 11. Comportamento da sinérese nas bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).

No processo de retrogradação as moléculas de amilose e amilopectina, que se dispersaram com o rompimento dos grânulos de amido durante o processo de gelatinização, se reorganizam e se tornam mais firmes (SALAZAR et al., 2021). Em decorrência deste rearranjo da amilose e amilopectina, a água mantida na matriz do gel

de amido é expulsa (exsudação), ocorrendo a sinérese. Esse processo pode comprometer a qualidade do produto, levando à separação de fases, o que é visualmente e sensorialmente indesejável pelo consumidor. Com a adição de FBV houve a redução linear da sinérese nas bebidas fermentadas, havendo uma redução significativa ($p < 0,05$) entre elas. Logo, houve uma redução da sinérese nas bebidas pela ação da quantidade de amido presente nas bebidas, proporcionando assim, uma melhor estabilidade na exsudação da água e mais firmeza das bebidas.

3.3.3. ANÁLISE REOLÓGICA

O estudo das propriedades reológicas dos alimentos é de suma importância para a compreensão do seu comportamento sob diferentes condições de processamento e armazenamento. Uma aplicabilidade da reologia é no conhecimento da consistência de bebidas (PUSHPADASS et al., 2019), onde, os estudos reológicos auxiliam a ajustar essa propriedade para atender às preferências do mercado.

A viscosidade é um parâmetro que podemos associar com a sinérese. Pois com uma maior quantidade de amido presente na bebida, foi constatado a redução da sinérese e possivelmente maior será a viscosidade do produto. Na Figura 12 é apresentado a curva de fluxo da viscosidade das bebidas elaboradas em função da taxa de cisalhamento.

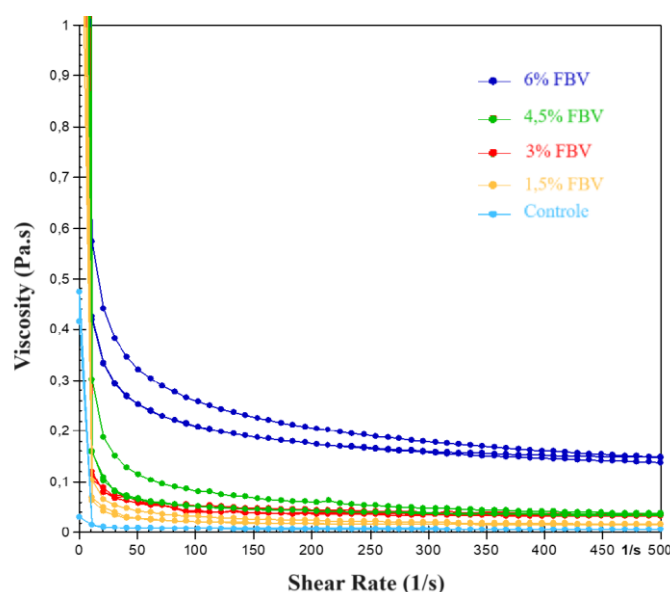


Figura 12. Curva de fluxo da viscosidade de bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).

Além da relação entre a viscosidade em função da taxa de cisalhamento, também foram analisadas as curvas da tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento das bebidas, apresentado na Figura 13.

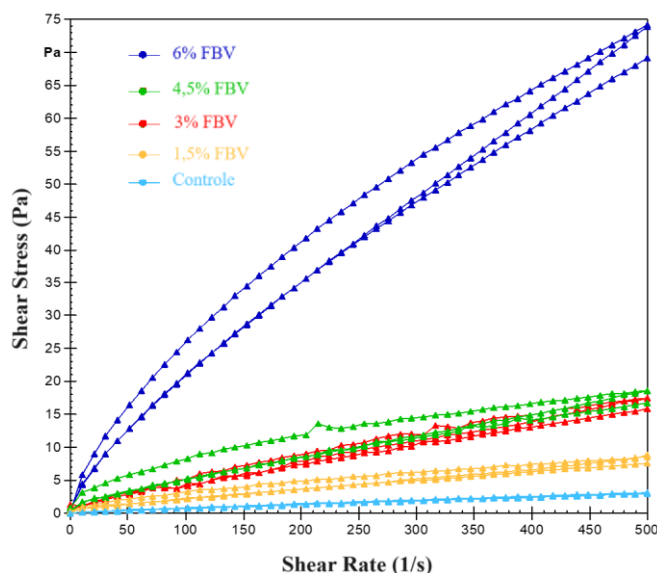


Figura 13. Curva de fluxo da tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento das bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).

Pode-se observar, a partir da Figura 12, que a viscosidade das bebidas elaboradas inicialmente é mais alta e, a medida que a taxa de cisalhamento aumenta, a viscosidade reduz, sugerindo assim um comportamento de fluido não-newtoniano, ou seja, a viscosidade não foi constante. O comportamento não-newtoniano observado, também se dá pela não linearidade entre a tensão e a taxa de cisalhamento (Figura 13). Além disso, a partir da Figura 13, podemos dizer que as bebidas elaboradas apresentam características de um fluido pseudoplástico. As características de fluido não-newtoniano e pseudoplástico geralmente oferecem uma textura mais suave e cremosa, podendo facilitar o processamento e aumentar a estabilidade do produto (SILVA et al., 2020).

O comportamento de diminuição da viscosidade à medida que se aumenta a taxa de cisalhamento é apresentado em bebidas vegetais (MCCLEMENTS; NEWMAN; MCCLEMENTS, 2019). Isso se justifica pelo fato de bebidas vegetais possuírem partículas suspensas como fibras, amidos e proteínas, podendo formar uma estrutura de rede ou gel, em taxas de cisalhamento mais baixas. Com o aumento gradativo da taxa de cisalhamento, há o rompimento ou reorganização dessa estrutura, reduzindo assim a

viscosidade. Silva et al. (2020), observaram comportamento semelhante ao analisar bebidas à base de castanha do Brasil, macadâmia e baru. Como já esperado, as bebidas incorporadas com a FBV obtiveram uma maior viscosidade comparadas com a bebida controle.

Na Tabela 7, pode-se observar os dados da tensão de cisalhamento em função da taxa de cisalhamento ajustados ao modelo de Herschel-Bulkley. O valor do coeficiente de determinação (R^2) foi o critério determinante para escolha deste modelo aplicado aos dados experimentais.

Tabela 7. Parâmetros de ajustes utilizando modelo reológico de Herschel-Bulkley.

Amostra	τ_0 (Pa)	K (Pa.sⁿ)	N	R²
Controle	0,068	0,008	0,749	0,999
1,5%	0,434	0,030	0,776	0,999
3%	0,515	0,050	0,879	0,998
4,5%	0,600	0,130	0,916	0,998
6%	0,966	0,653	0,955	0,999

τ_0 = tensão de cisalhamento inicial; K= índice de consistência; n= índice de comportamento; R^2 = coeficiente de determinação.

O ajuste aplicado aos dados experimentais gerou coeficientes de determinação (R^2) ótimos (0,998 – 0,999), indicando que o modelo aponta adequadamente os parâmetros reológicos das bebidas elaboradas.

A tensão de escoamento inicial (τ_0) é a tensão mínima necessária para que o fluido comece a escoar. Pode-se observar que, a tensão de escoamento aumenta à medida que se aumenta a concentração de FBV nas bebidas. Ou seja, as bebidas com maiores concentrações de FBV exigem mais força para iniciar o fluxo.

O parâmetro K, que é o índice de consistência, é um indicador da viscosidade aparente do fluido. Valores mais altos de K sugerem uma maior viscosidade do produto. É possível observar os valores de K aumentando à medida que se aumenta a incorporação da FBV, indicando que a FBV torna as bebidas mais viscosas.

O índice de comportamento (n) indica a natureza do comportamento do fluxo do fluido. Os dados variaram de 0,776 a 0,955. Valores menores que 1 confirmam um comportamento não-newtoniano e pseudoplástico. O fluido pseudoplástico é aquele em que a viscosidade aumenta à medida que a força é aplicada (NAKAYAMA, 2018). O que se pode compreender com esse resultado é que, à medida que a concentração de FBV aumenta, o fluido se torna menos pseudoplástico e mais viscoso de forma constante, o que pode ser devido à maior homogeneidade das partículas de FBV,

resultando em uma bebida que resiste menos à deformação sob cisalhamento.

Os dados obtidos estão em concordância com formulações que são incorporadas de ingredientes ricos em fibras e amido, como a FBV, que contribuem para o aumento da viscosidade e para a modificação das propriedades reológicas do produto.

3.3.4. COMPOSTOS FENÓLICOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Na tabela 7 são apresentados os resultados obtidos de compostos fenólicos e os três métodos da capacidade antioxidante das bebidas elaboradas.

Tabela 8. Compostos fenólicos totais e atividade antioxidante de bebidas fermentadas de FPDB com adição de diferentes concentrações de FBV (0%, 1,5%, 3%, 4,5% e 6%).

Tratamento	Fenólicos Totais		Antioxidantes	
	Folin-Ciocalteu ¹	ABTS ⁺²	DPPH ³	FRAP ⁴
Controle	7,26±0,15 ^d	50,55±2,74 ^e	1,59±0,02 ^e	22,32±1,86 ^e
1,5%	8,37±0,18 ^c	63,80±2,72 ^d	2,04±0,01 ^d	39,06±0,88 ^d
3%	11,37±0,20 ^b	106,65±2,17 ^c	3,51±0,10 ^c	44,39±1,09 ^c
4,5%	12,08±0,55 ^b	111,87±2,27 ^b	3,82±0,14 ^b	51,24±0,87 ^b
6%	12,89±0,08 ^a	118,19±3,96 ^a	4,06±0,04 ^a	57,34±0,87 ^a

Letras iguais nas colunas indicam não haver diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey entre as formulações.

Embora a amêndoa de baru já seja conhecida por seus elevados teores de compostos fenólicos e capacidade antioxidante (LIMA et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2020), os dados demonstram que a incorporação de farinha de banana verde gerou um impacto positivo adicional sobre esses parâmetros das bebidas elaboradas de FPDB. Os resultados obtidos indicam que a FBV, mesmo em concentrações relativamente baixas, contribui para o aumento significativo dos níveis de compostos fenólicos, o que, por sua vez, se reflete em uma maior capacidade antioxidante medida pelos métodos ABTS, DPPH e FRAP. No estudo realizado pelos autores Ferreira, Lima e Feijó (2018), foi evidenciado que a farinha de banana verde com casca possui um alto teor de compostos fenólicos, consequentemente possuem uma alta capacidade antioxidante, os diversos compostos fenólicos são conhecidos por sua capacidade antioxidante, o que justifica os resultados obtidos.

Foram utilizados três métodos de análise da capacidade antioxidantes para avaliar diferentes mecanismos de ação. Em todos os métodos avaliados, a incorporação

de FBV resultou em um aumento significativo na capacidade antioxidante das bebidas em comparação a bebida controle (0% de FBV). Os resultados obtidos confirmam que a FBV é eficaz no aumento da atividade antioxidante das bebidas à base de FPDB, com um efeito positivo observado em todos os métodos analisados. A adição de FBV melhorou significativamente a capacidade antioxidante, com um efeito mais pronunciado medido pelos métodos ABTS e FRAP. A menor sensibilidade do método DPPH sugere que, embora útil, ele pode não captar toda a extensão dos benefícios antioxidantes proporcionados pela FBV. A incorporação de FBV, portanto, não só enriquece o perfil de compostos fenólicos das bebidas, mas também potencializa suas propriedades antioxidantes, demonstrando o valor da adição de ingredientes vegetais para melhorar a qualidade funcional dos produtos alimentícios.

Em sua pesquisa, Coutinho et al. (2023) obtiveram resultados que corroboram com os achados no atual estudo. Ao incorporar 4,5% de FBV integral em bebidas fermentadas de amêndoa de baru, observaram um aumento significativo nos teores de compostos fenólicos e na capacidade antioxidante. Em relação ao conteúdo de compostos fenólicos, a partir do método de Folin-Ciocalteu, obtiveram um aumento de 7,5 mg GAE/100g para 12,09 mg GAE/100g, da bebida controle e bebida incorporada com 4,5% de FBV, respectivamente. Já em relação a capacidade antioxidante, por ABTS, houve um aumento significativo de 57 μ M trolox/100g para 110,7 μ M trolox/100g, da bebida controle e bebida incorporada com 4,5% de FBV, respectivamente.

Quando comparamos a bebida fermentada vegetal de FPDB com um fermentado lácteo, podemos observar que as bebidas vegetais contêm uma quantidade maior de compostos fenólicos. Marand et al. (2020), indicaram que o fermentado lácteo tradicional possui aproximadamente 6,14 mg GAE/100g, determinado pelo método de Folin-Ciocalteu. Além disso, os autores relatam que a incorporação de 5% de farinha de linhaça aos produtos fermentados lácteos aumentou significativamente o teor de fenólicos para cerca de 15 mg GAE/100g.

Esses achados ressaltam a importância na incorporação de ingredientes vegetais na valorização de alimentos, demonstrando como a FBV pode potencializar o teor de compostos bioativos, assim como a farinha de linhaça fez em produtos fermentados lácteos. Sendo assim, tanto em fermentados vegetais quanto para os lácteos, a incorporação de ingredientes vegetais pode ser uma estratégia eficiente para enriquecer os produtos em relação aos compostos bioativos.

A relação entre o conteúdo de compostos fenólicos e a atividade antioxidante avaliada por 3 métodos foram expressas de acordo com o coeficiente de correlação de Pearson (r), representado através do mapa de calor (Figura 14). Essa é uma medida estatística para quantificar a força e a direção da relação linear entre as variáveis.

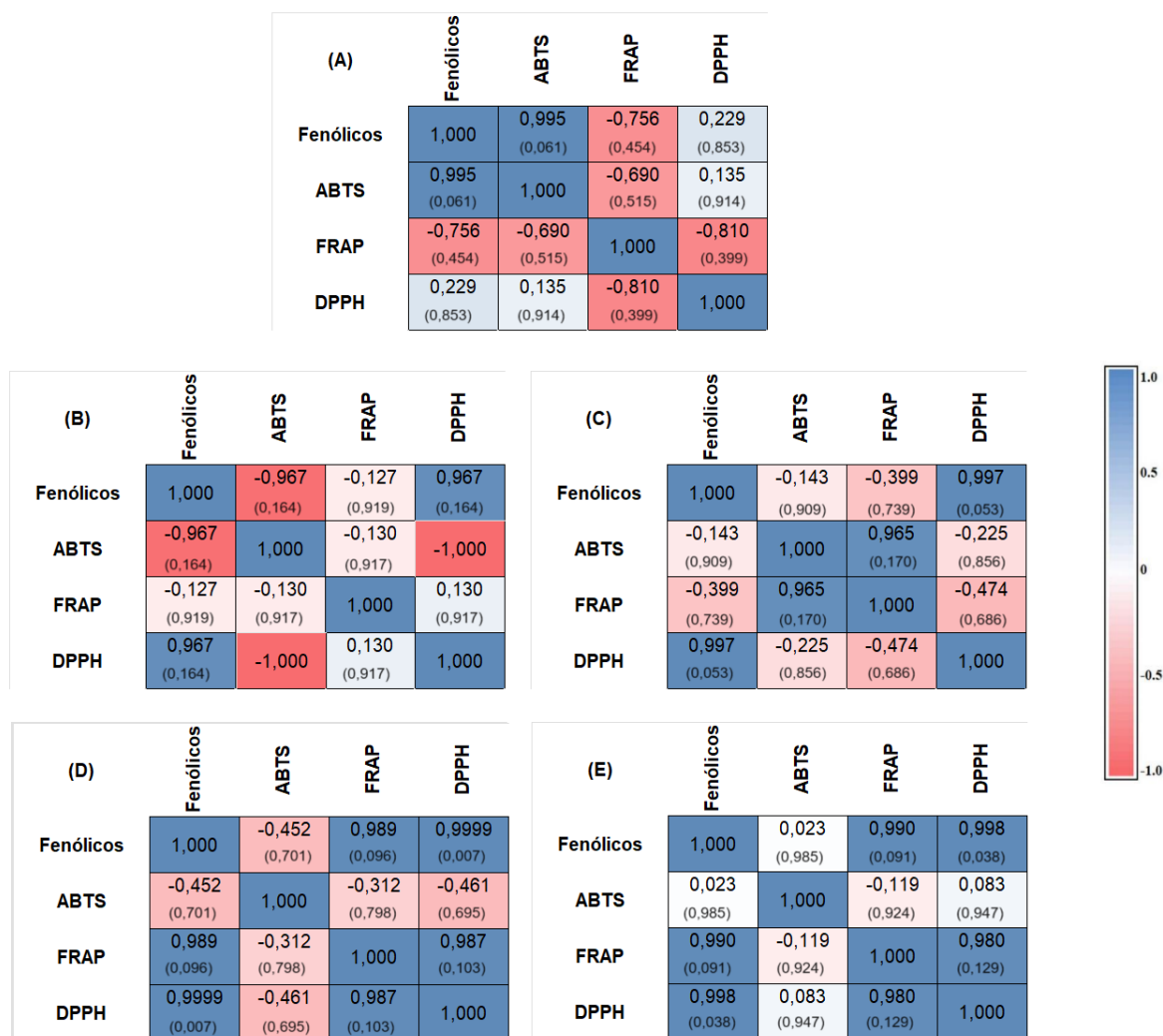


Figura 14. Mapa de calor da matriz de correlação de Pearson. A intensidade da cor é proporcional ao coeficiente de correlação de Pearson. (A) bebida vegetal fermentada controle, (B) bebida vegetal fermentada com 1,5% de FBV, (C) com 3% de FBV, (D) com 4,5% de FBV e (E) com 6% de FBV.

Como é possível observar, o teor de compostos fenólicos apresentou correlação positiva com ao menos uma análise de antioxidante, resultado semelhante ao encontrado por Coutinho et al. (2023). Esse fato sugere que os compostos fenólicos possuem uma contribuição para a atividade antioxidante das bebidas vegetais fermentadas, independente da incorporação da FBV. Onde, a melhor concentração para maximizar a

atividade antioxidante das bebidas pode variar de acordo com o tipo de ensaio analisado. Nos ensaios de FRAP e DPPH, concentrações mais elevadas de FBV (4,5 e 6%) elevam a correlação com os compostos fenólicos, sugerindo uma sinergia entre eles. Em contrapartida, o ABTS há uma maior variação podendo indicar a necessidade de uma melhor investigação dos componentes que estão contribuindo para essa correlação.

Desta forma, a utilização de múltiplos ensaios antioxidantes permitiu a realização de uma validação cruzada dos resultados obtidos. Caso todos os ensaios tivessem apresentado uma correlação semelhante, poderia aumentar a confiança ao generalizar os resultados. Porém, como houve variações, isso sinaliza a eficiência em considerar diferentes métodos de análise para avaliar a atividade antioxidante.

3.3.5. ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS

As bebidas vegetais fermentadas elaboradas foram analisadas para averiguar a conformidade em relação aos padrões sanitários estabelecidos pela IN 161/2022 (BRASIL, 2022) para “sucos e outras bebidas submetidas a processos tecnológicos para redução microbiana, que necessitam de refrigeração” e para os padrões de *Listeria* para “alimentos prontos para o consumo”. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9. Análise microbiológica das bebidas vegetais fermentadas elaboradas.

	Microorganismos ^a				
	<i>Bacillus cereus</i>	Bolores e leveduras	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Listeria monocytogenes</i>	<i>Salmonella</i>
Limites estabelecidos pela IN 161/2022	5,0x10 ²	10 ²	10 ²	10 ²	Ausente
Bebida controle	2,8x10 ¹	4,8x10 ²	1,5x10 ²	Ausente	Ausente
Bebida 1,5% FBV	3,6x10 ¹	<10 ^c	<1,0x10 ⁰	Ausente	Ausente
Bebida 3% FBV	1,8x10 ¹	<10 ^c	<1,0x10 ⁰	Ausente	Ausente
Bebida 4,5% FBV	4,0x10 ⁰	<10 ^c	1,0x10 ⁰	Ausente	Ausente
Bebida 6% FBV	5,0x10 ⁰	<10 ^c	<1,0x10 ⁰	Ausente	Ausente

^a UFC/ g ou mL – Unidades Formadoras de Colônia por grama ou mL de amostra.

^c Valor estimado abaixo do nível de detecção do método

De acordo com os resultados obtidos, todas as amostras se apresentaram dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, apontando que as bebidas elaboradas atenderam os requisitos de segurança microbiológica. Sendo assim, os produtos podem ser considerados seguros para o consumo, sem que haja risco de contaminação microbiológica. Além disso, pode-se notar uma redução da contagem dos microrganismos com o aumento da incorporação da FBV nas bebidas vegetais exercendo, possivelmente, um efeito antimicrobiano, inibindo o crescimento microbiológico.

3.3.6. ANÁLISE SENSORIAL

Para realização da análise sensorial das bebidas, foram recrutados 107 provadores entre 18 e 60 anos dos sexos feminino (70,09%) e masculino (29,91%). Na Tabela 11 é apresentado a média dos atributos avaliados e da intenção de compra das cinco bebidas elaboradas.

Tabela 10. Atributos sensoriais e intenção de compra das bebidas elaboradas.

Formulações	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	IG	IC
Controle	5,1±2,1 ^c	5,1±2,1 ^c	6,1±1,9 ^b	5,9±2,2 ^{bc}	5,3±2,3 ^b	5,8±1,9 ^b	2,8±1,3 ^c
1,5%	5,7±1,9 ^b	5,9±1,8 ^b	6,3±1,6 ^{ab}	5,9±2,1 ^{bc}	5,6±2,2 ^{ab}	6,0±1,8 ^{ab}	2,9±1,2 ^{abc}
3%	6,2±1,9 ^{ab}	6,4±1,9 ^{ab}	6,7±1,7 ^a	6,9±2,2 ^{ab}	5,7±2,3 ^{ab}	6,1±1,9 ^{ab}	3,0±1,2 ^{ab}
4,5%	6,3±1,9 ^a	6,7±1,8 ^a	6,6±1,7 ^{ab}	6,6±1,9 ^a	6,2±1,9 ^a	6,4±1,6 ^a	3,2±1,2 ^a
6%	6,4±1,9 ^a	6,6±1,9 ^a	6,3±1,8 ^{ab}	5,4±2,3 ^c	5,9±2,2 ^a	5,7±1,9 ^b	2,7±1,3 ^c

Letras iguais nas colunas indicam não haver diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey entre as formulações. IG= impressão global; IC= intenção de compra.

A aparência e a cor de um produto são fatores importantes na escolha do consumidor. Esses atributos são as primeiras informações sensoriais recebidas pelo consumidor sobre um produto. São indicadores visuais de qualidade, frescor e, até mesmo, de sabor esperado, atuando diretamente na percepção e na decisão de compra (CALVO; SALVADOR; FISZMAN, 2001; RATHEE; RAJAIN, 2020).

Vale destacar a diferença entre o atributo aparência e cor de um produto. A aparência é um atributo que engloba diversas características qualitativas. Tais características incluem a textura visual (brilhoso, fosco, liso, enrugado, etc.), tamanho, forma e a interação entre as partes e/ou partículas (aglomerado ou solto). Além disso,

também abrange a cor (luminosidade, uniformidade e tonalidade) (DUTCOSKY, 2009).

Ao avaliar os atributos sensoriais, a aparência das bebidas melhorou com a incorporação da FBV, havendo diferença significativa em relação a bebida controle. Os resultados de cor foram semelhantes aos da aparência, onde as bebidas incorporadas com FBV apresentaram uma diferença significativa em relação a bebida controle. Os melhores resultados observados foram para as bebidas com 4,5 e 6% de incorporação da FBV.

Para o aroma, as amostras com concentrações intermediárias de FBV (3 e 4,5%) apresentaram as melhores avaliações. No entanto, as bebidas não apresentaram diferença significativa entre elas, principalmente com a amostra controle, indicando que houve um aumento nas avaliações, mas nada significativo. O atributo sabor também apresentou dados semelhantes ao aroma, onde não apresentaram diferenças significativas em relação a amostra controle, porém, as bebidas com as incorporações intermediárias obtiveram melhores médias.

O atributo da textura também não apresentou diferença significativa entre as formulações das bebidas. Na avaliação global e na intenção de compra, assim como nas avaliações de cor, aroma e sabor, as formulações com as incorporações intermediárias de FBV (3 e 4,5%) obtiveram as melhores avaliações. Mostrando que as bebidas com a incorporação de 3 e 4,5% de FBV apresentaram melhores resultados de acordo com a análise sensorial.

3.3.7. ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO REFRIGERADO DAS BEBIDAS VEGETAIS FERMENTADAS

3.3.7.1. Avaliação do pH

Alguns fatores como pH, temperatura e tempo de armazenamento podem afetar diretamente a viabilidade de bactérias probióticas (PELAIS et al., 2020). Na Figura 15 é apresentado os valores de pH das bebidas vegetais fermentadas ao longo dos 28 dias de armazenamento a $6\pm 1^\circ\text{C}$.

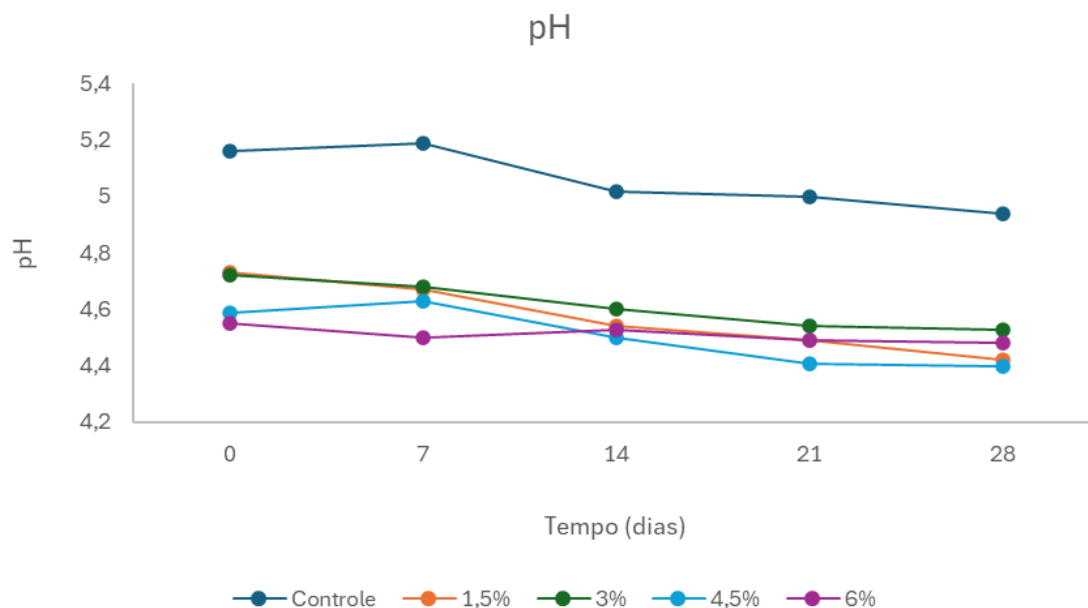


Figura 15. Valores da variação do pH nas bebidas vegetais fermentadas ao longo de 28 dias de armazenamento a $6\pm 1^{\circ}\text{C}$.

É possível observar que houve uma tendência de queda nos valores do pH durante o armazenamento das bebidas, independente da formulação. Valores de pH mais próximos a acidez, abaixo de 4,5, podem afetar diretamente a viabilidade das bactérias probióticas das amostras durante o armazenamento (PELAIS et al., 2020).

Houve uma redução do pH durante o armazenamento da bebida controle, porém, seu valor inicial e final ainda foram maiores que as bebidas incorporadas com a FBV. Ambas as bebidas com a FBV obtiveram um pH menor. A FBV é rica em amido, e acredita-se que este ingrediente pode influenciar na maior redução do pH nas bebidas incorporadas de FBV, durante o armazenamento ao ser utilizado como nutriente pelas bactérias ácido láticas. Quimicamente, o amido pode atuar como substrato para produção de ácidos graxos de cadeia curta, durante o processo fermentativo, contribuindo para redução do pH (CHEKDID et al., 2023). O fato de as bebidas com farinha de banana verde (FBV) apresentarem maior redução no pH durante o armazenamento pode indicar uma aceleração no processo fermentativo, especialmente devido ao uso do amido como substrato pelas bactérias ácido-láticas. Portanto, essa maior acidez pode ser benéfica para estender o prazo de validade em termos de segurança alimentar, mas pode exigir atenção para não comprometer a função probiótica das bebidas a longo prazo.

3.3.7.2. Viabilidade celular das bactérias probióticas

Na Figura 16, pode-se observar a sobrevivência das bactérias probióticas (*Lactobacillus* sp., *Bifidobacterium* sp. e *Streptococcus thermophilus*) durante o armazenamento, das bebidas vegetais, durante 28 dias a $6\pm 1^\circ\text{C}$. A redução do pH e aumento da acidez das bebidas, durante o armazenamento, são fatores que podem afetar e reduzir a viabilidade das culturas probióticas (JANUÁRIO et al., 2017).

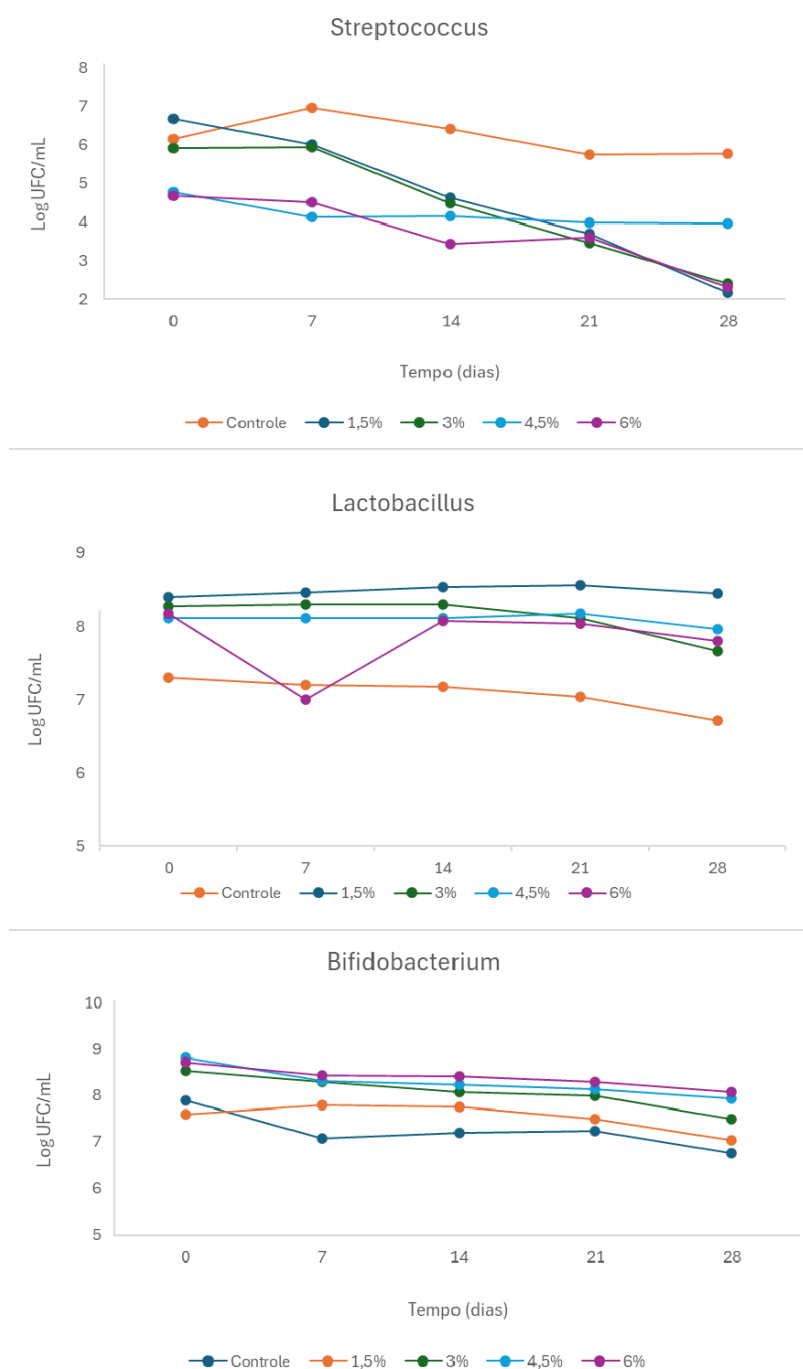


Figura 16. Valores da viabilidade celular (log UFC/mL) de *Streptococcus thermophilus*,

Lactobacillus sp. e *Bifidobacterium sp.* nas bebidas vegetais fermentadas ao longo de 28 dias de armazenamento a $6\pm 1^\circ\text{C}$.

Foi utilizado uma cultura mista na elaboração das bebidas. *Streptococcus thermophilus* foi utilizado como uma cultura iniciadora (starter), a fim de acidificar o meio e criar condições favoráveis para o crescimento das bactérias probióticas, no caso o *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* (GARCÍA-DÍEZ e SARAIVA., 2021). Além disso, a cultura iniciadora auxilia na inibição do crescimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, aumentando a vida útil das bebidas fermentadas (GARCÍA-DÍEZ e SARAIVA, 2021). A partir dos dados obtidos, houve uma redução na contagem de *Streptococcus* durante os 28 dia de armazenamento, comportamento já esperado, uma vez que esse microrganismo estava exercendo sua capacidade de criar um ambiente ácido e propício para a fermentação. Com a incorporação da FBV, há uma redução maior na viabilidade do *Streptococcus*, fato que pode ser atribuído à competição por nutrientes. A FBV pode conter compostos que alteram o pH ou interagem de maneira negativa com a cultura iniciadora.

Como esperado, em relação a viabilidade das bactérias probióticas, também houve uma pequena redução durante os 28 dias de armazenamento. Porém, ao comparar a bebida controle com as bebidas incorporadas com FBV, pode-se observar um efeito positivo na viabilidade dos probióticos, sugerindo que a FBV atue como um prebiótico, fornecendo nutrientes para a viabilidade das bactérias. Onde as *Bifidobacterium* apresentaram valores um pouco maiores.

Segundo a ANVISA, para que um alimento possa ser considerado probiótico, é necessário o consumo de 100g de produto que contenha 10^6 a 10^7 UFC/g ou mL (BRASIL, 2013). Portanto, todas as bebidas elaboradas, incluindo a bebida controle, durante todo tempo de armazenamento, possuem potencial probiótico por apresentarem concentrações de acordo com a legislação. Onde as contagens dos *Lactobacillus sp.* variaram de 6,72 a 8,55 Log UFC/mL, e as *Bifidobacterium sp.* variaram de 6,75 a 8,41 Log UFC/mL.

Já era esperado que a incorporação da FBV, fonte de fibra, iria impactar positivamente na viabilidade das culturas probióticas. No entanto, a bebida controle também obteve contagem satisfatória para ser considerada uma bebida probiótica, sugerindo uma atividade prebiótica oriunda do baru. Estudos indicam que o baru possui propriedades prebióticas evidenciado pelo aumento do crescimento e metabolismo das

bactérias probiótica, bem como o impacto positivo na microbiota humana (ALVES-SANTOS et al., 2023).

Os resultados obtidos são semelhantes ao encontrado por Coutinho et al. (2023) ao elaborar bebidas da amêndoa de baru, com a mesma cultura utilizada neste estudo, onde as contagens das bactérias probióticas aumentaram com a incorporação da FBV de forma integral. Além disso, os autores também obtiveram bebidas com potencial simbiótico, incluindo a bebida controle. Al Zahrani e Shori (2023) ao fermentarem uma bebida vegetal à base de soja e amêndoa com diferentes espécies de *Lactobacillus sp.*, observaram que a viabilidade de todas as formulações foram acima do estipulado pela legislação durante os 21 dias de armazenamento. Dessa forma, pode-se afirmar que todas as bebidas elaboradas, incluindo a bebida controle, podem ser consideradas com potencial simbiótico.

Na Tabela 11 são apresentados os dados para os parâmetros cinéticos das bebidas que foram ajustados por três modelos primários (primeira ordem, logístico e Gompertz). A qualidade do ajuste dos três modelos aplicados foram analisadas por meio de comparação dos valores de R^2 e do RMSD.

Tabela 11. Parâmetros estimados pelos modelos de primeira ordem, logístico e de Gompertz.

Modelo	Bactéria	Tratamento	N0	K	R ²	RMSD	
Primeira ordem	<i>Lactobacillus</i>	Controle	7,355	-0,00267	0,99988	0,079	
		1,5%	8,441	0,000323	0,99996	0,051	
		3%	8,414	-0,00246	0,99997	0,142	
		4,5%	8,143	-0,0004	0,99994	0,061	
		6%	8,213	-0,00149	0,99999	0,088	
	<i>Bifidobacterium</i>	Controle	7,668	-0,004256	0,99991	0,216	
		1,5%	7,816	-0,002605	0,99939	0,187	
		3%	8,562	-0,004191	0,99987	0,091	
		4,5%	8,687	-0,003378	0,99985	0,100	
		6%	8,671	-0,002388	0,99995	0,057	
	<i>Streptococcus</i>	Controle	6,595	-0,004502	0,997	0,358	
		1,5%	7,017	-0,033356	0,993	0,386	
		3%	6,394	-0,028776	0,993	0,439	
		4,5%	4,558	-0,006116	0,998	0,155	
		6%	4,862	-0,020901	0,991	0,324	
			N0	Nmáx	r	R ²	RMSD
Logístico	<i>Lactobacillus</i>	Controle	7,272	7,296	0,116	0,999	0,022
		1,5%	8,398	10,000	5,000	0,196	7,602
		3%	8,279	10,000	5,000	0,2071	7,244
		4,5%	8,114	9,000	5,000	0,201	7,239

		6%	8,176	9,000	5,000	0,2180	6,925	
		Controle	7,892	10,000	5,000	0,2376	6,322	
		1,5%	7,591	10,000	5,000	0,2025	6,7364	
		3%	8,535	10,000	5,000	0,2226	7,131	
	<i>Bifidobacterium</i>	4,5%	8,820	10,000	5,000	0,2260	7,298	
		6%	8,175	10,000	5,000	0,2158	7,430	
		Controle	6,146	10,000	5,000	0,1956	5,573	
		1,5%	6,662	10,000	5,000	0,3700	3,887	
	<i>Streptococcus</i>	3%	5,903	10,000	5,000	0,3232	3,819	
		4,5%	4,763	10,000	5,000	0,2633	3,607	
		6%	4,672	10,000	5,000	0,3026	3,172	
			K	δ	$d_{\text{máx}}$	α	R²	RMSD
Gompertz		Controle	7,301	0,2666	5,000	1,000	0,9994	0,173
		1,5%	-1206	-1214	-3395	-6786	0,9999	0,057
		3%	8,279	0,184	5,000	1,000	0,9992	0,233
		4,5%	8,114	0,021	5,000	1,000	0,9999	0,068
		6%	8,176	0,446	5,000	1,000	0,9975	0,389
		Controle	7,892	0,826	5,000	1,000	0,9994	0,171
		1,5%	7,591	0,065	5,000	1,000	0,9987	0,270
		3%	8,532	0,564	5,000	1,000	0,9990	0,265
		4,5%	8,820	0,660	5,000	1,000	0,9999	0,129
		6%	8,715	0,408	5,000	1,000	0,9999	0,125
		Controle	6,552	0,590	3,898	7,397	0,4046	0,351
		1,5%	6,662	2,544	5,000	1,000	0,4550	1,255
		3%	5,903	1,833	5,000	1,000	0,3273	1,118
		4,5%	4,763	0,714	5,000	1,000	0,9961	0,027
		6%	4,672	1,210	5,000	1,000	1,000	0,0

No modelo de primeira ordem, para as três bactérias probióticas os valores de R^2 apresentaram um ótimo ajuste para todas as amostras. Os *Lactobacillus*, na amostra com 1,5% de FBV obteve o melhor desempenho, apresentando o menor RMSD, com melhor adaptação ao modelo. Para as *Bifidobacterium* e para o *Streptococcus*, as amostras com 6% e 4,5% de FBV adaptaram melhor no modelo, respectivamente.

Para o modelo logístico, somente para os *Lactobacillus*, amostra controle, apresentou uma boa adaptação ao modelo. O resultado para as demais amostras e bactérias probióticas indicaram que o modelo logístico não é ideal, com um R^2 muito baixo e um erro considerável, onde o modelo possa não estar capturando de forma adequada os dados da viabilidade observados.

Já para o modelo de Gompertz, assim como o modelo de primeira ordem, houve um bom ajuste dos dados para *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, com destaque para as amostras com 1,5% de FBV e 4,5% de FBV, respectivamente. Entre as três bactérias probióticas analisadas, o *Streptococcus* foi o que apresentou os ajustes mais incoerentes,

exceto na amostra com 4,5 e 6% de FBV que obtiveram um excelente ajuste ao modelo.

Como o *Streptococcus thermophilus* foi utilizado como uma cultura iniciadora, com o intuito de criar condições favoráveis para o crescimento dos probióticos (GARCÍA-DÍEZ e SARAIVA., 2021), é esperado que, após acidificar o meio, seu crescimento não seja o foco principal.

Cada modelo primário escolhido descreve o comportamento de morte das bactérias probióticas de formas diferentes. O modelo de primeira ordem, os parâmetros N_0 e K avaliam a concentração inicial das bactérias e a taxa de mortalidade, respectivamente. Logo, valores negativos de K refletem na cinética de morte das bactérias, indicam uma taxa de morte mais acelerada. O modelo presume uma cinética de morte linear, o que limita a eficácia em crescimentos bacterianos mais complexos. Já o modelo logístico, os parâmetros $N_{máx}$ e r retratam o número máximo de bactérias e a taxa de crescimento, respectivamente. Porém, esse modelo falha ao analisar a fase de declínio ou morte das bactérias, pois o modelo presume que as bactérias atingem uma capacidade máxima e permanecem estáveis, sendo uma limitação quando há morte bacteriana significativa (DI CRESCENZO; PARAGGIO, 2019). O modelo de Gompertz apresenta como parâmetros K (contagem inicial), δ (tempo necessário para atingir a taxa máxima de declínio) e $d_{máx}$ (extensão máxima do declínio). Este modelo é mais robusto, ao ser comparado aos outros quando se trata de cinética de morte. Estudos indicam que o modelo de Gompertz captura com mais precisão as fases de crescimento e declínio, sendo eficiente em culturas onde há um declínio bacteriano significativo após a fase estacionária (FUENTES-ZARAGOZA et al., 2021).

Logo, para as bactérias probióticas, o modelo de Gompertz apresentou melhor ajuste, com melhores valores de R^2 e menores RMSD, e analisou melhor a cinética de morte, onde o δ foi crucial para descrever como a FBV impacta o crescimento e a morte das bactérias. O *Streptococcus* apresentou maior cinética de morte, pela sua natureza de ser uma cultura iniciadora, conforme descrito por GARCÍA-DÍEZ e SARAIVA (2021). As amostras com menores concentrações de FBV tiveram uma menor cinética de morte para os *Lactobacillus* e para as *Bifidobacterium*.

3.4. CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos apresentados, podemos concluir que houve uma alteração significativa na composição nutricional das bebidas fermentadas de farinha

desengordurada de baru com a incorporação da FBV. A adição da FBV elevou os teores de proteínas, lipídeos e fibras alimentares. Além disso, as bebidas atendem a critérios estabelecidos pela legislação ao serem consideradas fonte de fibras. A bebida incorporada com 6% de FBV, em particular, apresentou melhores resultados, possuindo teores mais elevados de proteínas e fibras do que outras opções vegetais comerciais e ao próprio leite de vaca. Em relação a composição de minerais, as bebidas se destacaram em relação aos teores de ferro, zinco e manganês. Além disso, todas as formulações apresentaram baixos teores de sódio, o que é relevante para a saúde.

A incorporação da FBV modificou significativamente as propriedades físico-químicas das bebidas fermentadas de baru. Dando ênfase na redução da sinérese, com o aumento da incorporação da farinha, gerando uma melhor estabilidade das bebidas elaboradas e conseqüentemente melhorando a viscosidade. Em relação aos compostos fenólicos e atividade antioxidante, houve um aumento significativo com a incorporação da farinha. Todas as bebidas apresentaram contagem mínima estipulada de *L. acidophilus* e *B. animalis*, podendo ser consideradas simbióticas. Concentrações moderadas de FBV (1,5% a 3%) foram as mais eficazes em manter a viabilidade de *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, enquanto o *Streptococcus* teve a maior cinética de morte, como esperado para uma cultura iniciadora. As bebidas com as concentrações intermediárias apresentaram melhores avaliações sensoriais e de intenção de compra. Além de atenderem aos padrões de segurança microbiológicos para o consumo.

Portanto, a incorporação da FBV, de forma integral, contribuiu para o perfil nutricional, físico-químico, tecnológico e sensorial das bebidas, além do apelo de funcionalidade, alinhando saúde e sustentabilidade.

3.5. REFERÊNCIAS

ALIMENTARIUS, Codex. Guidelines on formulated supplementary foods for older infants and young children. **CAC/GL**, v. 11, 1991.

ALVES-SANTOS, A. M.; SAMPAIO, K. B.; LIMA, M. S.; COELHO, A. S. G.; SOUZA, E. L.; NAVES, M. M. V. Chemical composition and prebiotic activity of baru (*Dipteryx alata* Vog.) pulp on probiotic strains and human colonic microbiota. **Food Research International**, 164, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.112366>.

AL ZHRANI, Ashwag Jaman; SHORI, Amal Bakr. Viability of probiotics and

antioxidant activity of soy and almond milk fermented with selected strains of probiotic *Lactobacillus* spp. **LWT**, v. 176, p. 114531, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114531>.

ANYASI, T.A., JIDEANI, A.I., MCHAU, G.R. Phenolics and essential mineral profile of organic acid pretreated unripe banana flour. **Food Res. Int.** 104, p. 100–109, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.063>.

APHA. American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed., Washington, D.C.: APHA, 2001, p. 676.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**, 22 ed., USA: Maryland, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1093/9780197610145.001.0001>.

BARBOSA, M. L. S.; ALENCAR, E. R.; LEANDRO, E. S.; BORGES, R. M.; MENDONÇA, M. A. & FERREIRA, W. F. S. Characterization of fermented beverages made with soybean and Brazil nut hydrosoluble extracts. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 21, 2020. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2020.100228>.

BENZIE, I. F. F.; STRAIN, J. J. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, New York, v. 239, n. 1, p. 70-76, 1996. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1006/abio.1996.0292>.

BOAS, M. P. P. V.; SANTOS, M. F.; BOAS, E. V. B. V.; CARVALHO, E. E. N. Vegetable beverages prepared with brazilian nuts: a systematic review. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, 2023. Disponível em: <http://doi.org/10.33448/rsd-v12i2.39890>.

BORGES, L. A.; SOUTO, R. N. B.; NASCIMENTO, A. L. A.; SOARES, J. F.; PAIVA, C. L.; BRANDI, I. V.; LIMA, J. P. Chemical characterization of baru oil and its by-product from the northwest region of Minas Gerais, Brazil. **Grasas y Aceites**, v. 73, n. 2, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.3989/gya.0447211>.

BRANDÃO, H. C. A. D. N. T. M.; BRANDÃO, W. A. P. L. N. T. M.; MENDONÇA, S. N. T. G.; FELSNER, M. L. Probiotic fermented rice extract beverage: an alternative food for lactose intolerants and people allergic to bovine milk and soy protein. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 24, e2020119. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11920>.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5).

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Alimentos com alegação de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos. Brasília - DF: **Diário Oficial da União**, 2013.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução IN n° 161, de 1 de julho de 2022. Estabelece os padrões microbiológicos para alimentos. **Diário da União da União**, Brasília 2022.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução IN n. 75, de 9 de outubro de 2020: Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 fev 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos. Brasília, 2017. ISBN: 978-85-7991-109-5.

BUCHANAN, R. L.; CYGNAROWICZ, M. L. A mathematical approach towards defining and calculating the duration of the lag phase. **Food Microbiology**, v. 7(4), p. 237-240, 1990.

BUCHANAN, R. L.; WHITING, R. C.; DAMERT, W. C. When is simple good enough: A comparison of the Gompertz, Baranyi, and three-phase linear models for fitting bacterial growth curves. **Food Microbiology**, v. 14(4), p. 313-326, 1997.

CALVO, C.; SALVADOR, A.; FISZMAN, S. Influence of colour intensity on the perception of colour and sweetness in various fruitflavoured yoghurts. **European Food Research and Technology**, 213, p. 99–103, 2001. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s002170100359>.

CHEKDID, A. A.; KAHN, C. J. K.; LEMOIS, B.; LINDER, M. Impacto f a starch hydrolysate on the production of exopolysaccharides in a fermented plant-based dessert formulation. **Foods**, v. 12, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/foods12203868>.

COUTINHO, G. S. M.; RIBEIRO, A. E. C.; PRADO, P. M. C.; OLIVEIRA, E./ R.; CARELI-GODIM, I.; OLIVEIRA, E. R.; JÚNIO, M. S. S.; CALIARI, M.; BOAS, E. V. B. V. New plant-based fermented beverage made of baru nut enriched with probiotics and green banana: composition, physicochemical and sensory properties. **Journal Food Science and Technology**, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13197-023-05781-5>.

DI CRESCENZO, A.; PARAGGIO, P. Logistic growth described by birth-death and diffusion processes. **Mathematics**, v. 7(6), 489, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/math7060489>.

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

FERREIRA, C. S.; LIMA, E. C.; FEIJÓ, M. B. S. Integral and unconventional use of green bananas inactivated in a microwave oven to produce flour. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 9, n. 4, p. 164-179, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v9n4.8769>.

- FUENTES-ZARAGOZA, E.; RIBES, S.; PÉREZ, L. R.; GUARNER, F. Use of Gompertz model for prediction of probiotics in dairy products. **Journal of Dairy Science**, v. 104(8), p. 8256-8263, 2021.
- GARCÍA-DÍEZ, J.; SARAIVA, C. Use of starter cultures in foods from animal origin to improve their safety. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18(5), 2021. Disponível em: [10.3390/ijerph18052544](https://doi.org/10.3390/ijerph18052544).
- HARRIGAN, W.F. **Laboratory methods in food microbiology**. Academic Press, San Diego, 1998.
- ISO (International Organization for Standardization), 2020. ISSO 7932:2004/Amd 1:2020 – Microbiology of food and animal feeding stuffs – Horizontal method for the enumeration of presumptive *Bacillus cereus*. Disponível em: <https://www.iso.org/standard/76664.html>.
- JANUÁRIO, J. G. B.; de OLIVEIRA, A. S.; de OLIVEIRA, J. F.; DIONÍSIO, J. N.; KLOSOSKI, S. J.; PIMENTEL, T. C. Probiotic yoghurt flavored with organic beet with carrot, cassava, sweet potato or corn juice: Physicochemical and texture evaluation, probiotic viability and acceptance. **International Food Research Journal**, v. 24, n. 1, p. 359–366, 2017.
- KUPINA, S.; FIELDS, C.; ROMAN, M. C.; BRUNELLE, S. L. Determination of total phenolic content using the Folin-Ciocalteu. **Journal of AOAC International**, v.101, n. 5, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.5740/jaoacint.18-0031>.
- LAPIERRE, I.; UNDELAND, P.; COX, L. J. Lithium Chloride-sodium Propionate Agar for the enumeration of bifidobacteria in fermented dairy products. **J Dairy Sci**, v. 75, p. 1192-1196, 1992.
- LIMA, D. S., EGEA, M. B., CABASSA, I. C. C., ALMEIDA, A. B., SOUSA, T. L., LIMA, T. M., LOSS, R. A., VOLP, A. C. P., VASCONCELOS, L. G., DALL’OGLIO, E. L., HERNANDES, T., & TAKEUCHI, K. P. Technological quality and sensory acceptability of nutritive bars produced with Brazil nut and baru almond coproducts. **LWT - Food Science and Technology**, v. 137, 110467, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110467>
- MARAND, M. A.; AMJADI, S.; MARAND, M. A.; ROUFEGARINEJAD, L.; JAFARI, S. M. Fortification of yogurt with flaxseed powder and evaluation of its fatty acid profile, physicochemical, antioxidant, and sensory properties. **Powder Technology**, v. 359, p. 76-84, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2019.09.082>.
- MCCLEMENTS, D. J.; NEWMAN, E.; MCCLEMENTS, I. F. Plant-based Milks: A Review of the Science Underpinning Their Design, Fabrication, and Performance. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 6, p. 2047-2067, 2019.
- MELLO, L. O.; FRANCISQUINI, J. A.; COSTAM J. C.; KHARFAN, D.; PERRONE, I. T.; STEPHANI, R. Comparison of composition, nutritional aspects and market price

between UHT milk and UHT plant-based beverages. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 13, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i13.20860>.

MERRIL, A.L.; WATT, B.K. Energy value of foods: basis and derivation. Washington: United States Department of Agriculture, 1973. 105p.

NILSON, E. A. F.; SPANIOL, A. M.; SILVA, S. A. Strategies to reduce the consumption of nutrients critical to health: the case of sodium. **Reports in Public Health**, v. 37, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00145520>.

NAKAYAMA, Y. **Introduction to Fluid Mechanics**. Butterworth-Heinemann 2. ed. p. 400, 2018.

OLIVEIRA, M. C., CURI, P. N., PIO, R., FARIAS, D. H., RIGOTE, M. R., SCHIASSI, M. C. E. V., PASQUAL, M., & SOUZA, V. R. Physicochemical characterization, bioactive compounds and correlations in native fruits of western Mato Grosso do Sul. **British Food Journal**, v. 122, n. 3, p. 841–851, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1108/BFJ-06-2019-0423>.

PELAIS, A. C. A.; MARTINS, I. R.; MARTINS, L. H. S.; SILVA, A. E.; FIGUEIREDO, E. L.; BRAGA, A. C. C. Viability of probiotic of Lactobacillus gender bactéria in taperebá néctar: Effect on physicochemical and sensory properties. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 25945-25960, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n5-158>.

PUSHPADASS, H. A.; EMERALD, F. M. E.; BALASUBRAMANYAM, B. V.; PATEL, S. S. Rheological Properties of Milk-Based Beverages. **Milk-Based Beverages**, v. 9, p. 373- 396, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815504-2.00011-6>.

RATHEE, R.; RAJAIN, P. Role colour plays in influencing consumer behaviour. **International Research Journal of Business Studies**, v. 12, n. 3, p. 209-222, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.21632/irjbs>.

REGO, R. A.; VIALTA, A.; MADI, L. F. C. (ed.) **Bebidas plant-based industrializadas**: alimentos alternativos para alimentação e nutrição. 1 ed. São Paulo: BB Editora, 2023. p. 62. ISBN: 978-85-62716-94-2. Ebook.

RUFINO, M. DO S. M.; ALVES, R. E.; DE BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 66 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v. 121, n. 4, p. 996–1002, 2010.

RYU, D. WOLF-HALL, C. Yeasts and Molds. In: SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. (ed) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 5th ed. American Public Health Association, Washington, D. C., Chapter 21, p. 277-286, 2015.

SANCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to

measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v. 76, n. 2, p. 270-276, 1998. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199802\)76:23.0.CO;2-9](http://dx.doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:23.0.CO;2-9).

SANDHYA, K.; ANANDAKUMAR, S. Development and quality evaluation of retort processed ready-to-drink blended vegan milk. **The Pharma Innovation Journal**, 10(10), p. 818-823, 2021.

SCHOENI, J. L. Probiotics. In: SALFINGER, Y.; TORTORELLO, M. L. (ed) **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. 5th ed. American Public Health Association, Washington, D. C., Chapter 20, p. 237-276, 2015.

SILVA, E. A.; FLORES, G.; ALMEIDA, J. C.; GHERARDI, S. R. M. Bebida fermentada elaborada com extrato vegetal de castanha de cajú e castanha-do-pará sabor morango. **Revista biodiversidade**, v. 21, n^o 3, p. 37-44, 2022.

SILVA, K.; MACHADO, A.; CARDOSO, C., SILVA, F.; FREITAS, F. Rheological behavior of plant-based beverages. **Food Science and Technology**, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/fst.09219>.

SOARES, J. M. S.; CAVALCANTI, M. S. Preparation and characterization of fermented based coconut extract (*Cocos Nucifera*) with cajá pulp (*Spondias Mombin* L). **Research, Society and Development**, v.12, n. 2, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i2.40051>.

STUCCHI, A. Dados Sobre o Crescimento do Mercado Plant-Based no Brasil. Disponível em: Acesso em 06 de maio de 2024.

SYIEMLIEH, I.; MORYA, S. Dairy and non-dairy based probiotics: A review. **The Pharma Innovation Journal**, v. 11, ed. 6, p. 2956-2964, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.22271/tpi.2022.v11.i6Sak.13568>.

VALERO-CASES, E.; CERDÁ-BERNAD, D.; JOAQUÍN-JULIÁN, P.; FRUTOS, M. J. Non-Dairy Fermented Beverages as Potential Carriers to Ensure Probiotics, Prebiotics, and Bioactive Compounds Arrival to the Gut and Their Health Benefits. **Nutrients**, v. 12 (6), 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu12061666>.

VENQUIARUTO, L. D.; DALLAGO, R. M. Química das Bebidas. Erechim (RS): **Edifapes**, 2018.

WANG, S.; LI, C.; COPELAND, L.; NIU, Q.; WANG, S. Starch Retrogradation: A Comprehensive Review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, n. 5, p. 568–585, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12143>.

ZWIETERING, M. H.; DE KOOS, J. T.; HASENACK, B. E., DE WITT, J. C.; VAN'T RIET, K. Modeling of bacterial growth as a function of temperature. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 57(4), p. 1094-1101, 1991.