



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos

**LEITE FERMENTADO FUNCIONAL A PARTIR DO UPCYCLING
DE BAGAÇO DE LARANJA**

LUANA MORAIS ANTONINI

Maringá
2023

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

A635l

Antonini, Luana Morais

Leite fermentado funcional a partir do Upcycling de bagaço de laranja / Luana Morais Antonini. -- Maringá, PR, 2023.

68 f.: il. color., figs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Marquetotti Salcedo Vieira.

Coorientadora: Profa. Dra. Raquel Gutierrez Gomes.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2023.

1. Compostos bioativos. 2. Alimentos funcionais. 3. Suprodutos. I. Vieira, Angélica Marquetotti Salcedo, orient. II. Gomes, Raquel Gutierrez, coorient. III. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. IV. Título.

CDD 23.ed. 663.9

LUANA MORAIS ANTONINI

**LEITE FERMENTADO FUNCIONAL A PARTIR DO UPCYCLING
DE BAGAÇO DE LARANJA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós
Graduação em Ciência de Alimentos da
Universidade Estadual de Maringá, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Mestre em Ciência de Alimentos.

ORIENTADORA

Profa. Dra. Angélica Marquetotti Salcedo Vieira

CO-ORIENTADORA

Profa. Dra. Raquel Guttierres Gomes

Andresa Carla Feihmann

Profa. Dra. Andresa Carla Feihmann

Aline Takaoka Alves Baptista

Profa. Dra. Aline Takaoka Alves Baptista

AMS

Profa. Dra. Angélica Marquetotti Salcedo Vieira
Orientadora

Maringá

2023

BIBLIOGRAFIA

Luana Morais Antonini, a qual adota como nome social, Luana Morais Anthony, nasceu no Paraná, na cidade de Campo Mourão. Possui formação como Técnica em Informática (T.I.) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul. Possui graduação em Nutrição pela Universidade do Oeste Paulista. Possui Especialização em Nutrição Clínica e Terapia Nutricional também pela Universidade do Oeste Paulista. Na área de T.I., possui experiência na parte de software e hardware de computadores como desenvolvimento de programas, otimização de sistemas operacionais de código livre, instalação de redes e manutenção e conserto de equipamentos desse âmbito. Na área de nutrição, possui experiência em atendimento com público de todas as faixas etárias, já tendo atuado em clínicas, hospitais, unidades básicas de saúde, instituições para idosos (asilos), ginásios esportivos, restaurantes e na área de controle de qualidade.

DEDICO

A Deus, na forma da Santíssima Trindade, a Virgem Maria Imaculada e
a toda a Hierarquia Celeste.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual para a realização e concretização dessa dissertação. A Virgem Maria, por ter passado a frente e intercedido por minhas lutas.

Aos meus pais, Keller Emerson Antonini e Giromar Maria de Moraes Antonini, que mais do que me proporcionar uma ótima infância e vida acadêmica, formaram os fundamentos do meu caráter e me mostraram o que é o amor. Através de uma vida inteira de trabalho, dedicação e dignidade possibilitaram aos seus filhos a oportunidade de realizar sonhos e almejar novos horizontes. Obrigada por terem fé em mim e por acreditarem em meu potencial.

Aos meus irmãos, Igor Moraes Antonini e Thiago Moraes Antonini, pela compreensão, dedicação e apoio durante essa etapa.

Aos meus avós, Laurita Maria de Moraes (em memória), Valdomiro Alexandre de Moraes (em memória), Maria Aparecida de Bagon Antonini e Gentil de Lourdes Antonini, por sempre colocarem meu nome em suas orações e torcerem para o meu sucesso.

A minha orientadora profa dra Angélica Marquetotti SalcedoVieira e coorientadora profa dra Raquel Guttierres Gomes, pelos ensinamentos, por seus exemplos de ética e cidadania, pela dedicação à profissão e pelo comprometimento com esse trabalho. Agradeço por confiarem em minha capacidade, pela amizade, cuidado e, sobretudo, pela paciência ao longo dessa jornada. Seus olhares críticos e construtivos me ajudaram a superar os desafios durante essa pesquisa.

A Universidade Estadual de Maringá, por ter me proporcionado a oportunidade de aprimoramento e contribuído com a expansão do meu conhecimento de maneira enriquecedora.

A todos que ouviram os meus desabafos; que presenciaram e respeitaram o meu silêncio; que compartilharam este longo passar de anos, de páginas, de livros e cadernos; que tantas vezes fizeram meu mundo um mundo melhor; que me acompanharam, choraram, sorriram, sentiram, participaram, aconselharam, dividiram; as suas companhias, os seus sentimentos, as suas palavras e mesmo as ausências foram expressões de amor profundo. As alegrias de hoje também são suas, pois seus amores, estímulos e carinhos foram armas para esta minha vitória.

GENERAL ABSTRACT

INTRODUCTION: The growing recognition that diet and health are closely linked and that nutrition can reduce the incidence of certain diseases has led to an increase in demand for healthier foods, with a focus on functional foods which, in addition to their basic nutritional functions, promote beneficial effects on health and can help prevent certain pathologies. Another focus is on more sustainable products, which are sources of bioactive compounds, fibers and proteins and can be used as ingredients in functional foods, thus giving rise to the concept of Upcycling, which transforms an input into the component of a totally new product. Brazil is the world's second largest producer of citrus fruit, where 50% of the fruit is wasted during the production of orange juice, so reusing this waste becomes interesting. Among dairy products, fermented milk is one of the main products explored for incorporating bioactive ingredients from fruit, vegetables and other sources.

AMIS: In view of the above, the objective was to study the addition of orange pomace flour (FBL) to fermented milk.

MATERIALS AND METHODS: Flour was obtained from the orange juice residue by dehydrating the pomace, which was classified as A, B and C, using mesh as the differentiation criterion. The physical and chemical parameters analyzed were: pH, titratable acidity, ash, total solids, moisture and color. Functional analysis was also carried out: Water Absorption Index (WIA), Water Solubility Index (WSA), Oil Holding Capacity (OHC), Foam Forming Capacity (FFC), Foam Stability (FS) and Infrared Spectroscopy (FTIR) analysis. Flour C, which has a smaller grain size, was selected to make the fermented milks using 10% (F1), 30% (F2) and 50% (F3) (m/v) and a control sample (C) with no flour added. The fermented milks were checked for their physicochemical characteristics (pH, acidity, protein, moisture, total solids and ash), water retention capacity (WRC), syneresis, texture (TXT), rheology, enumeration of probiotic and starter microorganisms and antioxidant activity.

RESULTS AND DISCUSSION: It was found that FBL is a source of protein and is classified as slightly acidic. The particle size did not influence the physico-chemical analyses of the flour, with the exception of the ash parameter. However, it did influence the colorimetry and functional analyses. The presence of pectin, cellulose, hemicellulose, non-digestible proteins and phenolic compounds was found in the FBL, based on FTIR analysis

and antioxidant analysis. With regard to the fermented milks produced, the addition of FBL did not influence the acidification curve of the formulations. In the physico-chemical analyses, the addition of FBL led to an increase in the amount of protein, total solids, ash and acidity in the formulations, as well as a reduction in pH and humidity. The addition of FBL also significantly influenced the color and rheology analyses. From the analysis of syneresis, CRA and texture analysis, it can be seen that the addition of FBL altered the structure of the fermented milk, making it firmer and more cohesive, increased its viscosity and significantly reduced the release of whey during the refrigeration period. The analysis of microorganisms showed that the drink is probiotic and that F2 was the formulation that showed the greatest survival of live microorganisms throughout the research period. The addition of FBL also significantly influenced the digestion analysis and the antioxidant analysis, verifying that the drinks that received the flour have therapeutic and nutraceutical properties for human health.

CONCLUSION: In view of the above, the vision of using orange pomace with the Upcycling vision to strengthen and improve the technological aspect of food has achieved all the proposed objectives.

Keywords: Bioactive compounds, functional foods, citrus residue, by-product.

RESUMO GERAL

INTRODUÇÃO: O reconhecimento crescente de que a dieta e a saúde estão intimamente ligadas e que a nutrição pode proporcionar a redução na incidência de algumas doenças, tem levado ao aumento da procura de alimentos mais saudáveis com foco nos alimentos funcionais que, além das funções nutricionais básicas, promovem efeitos benéficos à saúde e podem auxiliar na prevenção de certas patologias. Outro foco de destaque são os produtos mais sustentáveis, que são fontes de compostos bioativos, fibras e proteínas e que podem ser utilizados como ingredientes em alimentos funcionais surgindo, então, o conceito de Upcycling, o qual transforma um insumo no componente de um produto totalmente novo. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de frutas cítricas, onde 50% da fruta é desperdiçada durante a produção do suco de laranja, sendo assim, o reaproveitamento desse resíduo torna-se interessante. Dentre os produtos lácteos, o leite fermentado é um dos principais produtos explorados na incorporação de ingredientes bioativos provenientes de frutas, vegetais e outras fontes.

OBJETIVO: Diante do exposto, o objetivo foi estudar a adição de farinha de bagaço de laranja (FBL) em leite fermentado.

MATERIAIS E MÉTODOS: Do resíduo de suco de laranja foi obtida a farinha por processo de desidratação do bagaço, a qual foi classificada por A, B e C, tendo como critério de diferenciação o mesh. Nas farinhas, os parâmetros físico-químicos analisados foram: pH, acidez titulável, cinzas, sólidos totais e umidade e cor. Foram realizadas também análises da funcionalidade: Índice de Absorção de Água (IAA), Índice de solubilidade em água (ISA), Capacidade de Retenção de Óleo (OHC), Capacidade de Formação de Espuma (CFE), Estabilidade de Espuma (EE) e análise de Espectroscopia de Infravermelho (FTIR). A farinha C, com menor granulometria, foi selecionada para elaboração dos leites fermentados onde foi utilizado: 10% (F1), 30% (F2) e 50% (F3) (m/v) e uma amostra controle (C) sem adição da farinha. Nos leites fermentados foram verificados os valores da caracterização físico-química (pH, acidez, proteína, umidade, sólidos totais e cinzas), capacidade de retenção de água (CRA), sinérese, textura (TXT), reologia, enumeração de microrganismos probióticos e starter e atividade antioxidantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Constatou-se que a FBL é fonte de proteína e é classificada como levemente ácida. A granulometria não influenciou as análises físico-

químicas da farinha, com exceção do parâmetro de cinzas. Contudo, houve influência nas análises de colorimetria e nas análises funcionais. Na FBL foi constatada a presença de pectina, celulose, hemicelulose, proteínas não digeríveis e compostos fenólicos, a partir da análise de FTIR e da análise de antioxidantes. Referente aos leites fermentados produzidos, a adição da FBL não influenciou na curva de acidificação das formulações. Nas análises físico-químicas, o acréscimo da FBL gerou aumento da quantidade de proteína, sólidos totais, cinzas e acidez nas formulações, além da redução do pH e umidade. A adição da FBL também influenciou significativamente as análises de cor e reologia. A partir das análises de sinérese, CRA e da análise de textura, constatou-se que a adição da FBL alterou a estrutura do leite fermentado, tornando-o mais firme e coeso, aumentou a viscosidade e reduziu de modo significativo a liberação do soro durante o período de refrigeração. Com a análise de microrganismos, verificou-se que a bebida tem caráter probiótico e que a F2 foi a formulação que apresentou maior sobrevivência dos microrganismos vivos ao longo do período de pesquisa. A adição da FBL também influenciou de modo significativo a análise de digestão e a análise de antioxidantes, verificando que as bebidas que receberam da farinha possuem propriedades terapêuticas e nutracêuticas à saúde humana.

CONCLUSÃO: Diante do exposto a visão de utilizar bagaço de laranja com a visão de Upcycling para fortalecimento e melhoramento do aspecto tecnológico de alimentos alcançou todos objetivos propostos.

Palavras-chaves: Compostos bioativos, alimentos funcionais, resíduo cítrico, subproduto.

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação de mestrado está apresentada na forma de um artigo científico: Antonini, L. M.; Gomes, R. G.; Vieira, A. M. S., Desenvolvimento de um produto lácteo funcional por Upcycling: leite fermentado adicionado de farinha de bagaço de laranja.

O estudo foi submetido para publicação na AFRICAN JOURNAL OF FOOD SCIENCE.

Desenvolvimento de um produto lácteo funcional por Upcycling: leite fermentado adicionado de farinha de bagaço de laranja

Luana Morais Antonini^a, Raquel Gutierrez Gomes^b, Angélica Marquetotti Salcedo Vieira^{a,b}

^a Postgraduate Program in Food Science - Maringá State University - CEP: 87020-900 - Maringá - PR - Brazil.

^bDepartment of Food Engineering - Maringá State University - CEP: 87020-900 - Maringá - PR - Brazil.

Resumo:

O consumidor está cada vez mais preocupado com a promoção de sua saúde e em adquirir alimentos que sejam mais sustentáveis, visto o grande desperdício na cadeia produtiva. Assim, surge o termo Upcycling, o qual transforma um insumo no componente de um produto totalmente novo. Diante do grande desperdício existente durante a produção de suco de laranja, o reaproveitamento desse resíduo se torna interessante. Dentre os produtos lácteos, o leite fermentado é um dos principais produtos explorados na incorporação de ingredientes bioativos. Objetivou-se estudar as características físico-químicas, colorimétricas, funcionais e antioxidantes, além da espectroscopia de infravermelho (FTIR), da farinha produzida a partir do bagaço de laranja desidratado (FBL). Analisou-se também a influência da adição da FBL nas propriedades físico-químicas, colorimétricas, tecnológicas, texturais, reológicas, microbiológicas, digestivas e antioxidantes do leite fermentado produzido. Os leites fermentados foram produzidos com 10% (F1), 30% (F2) e 50% (F3) (m/v) da FBL e uma amostra controle (C) sem adição da farinha. Constatou-se que a FBL é fonte de proteína. A granulometria não influenciou as análises físico-químicas da farinha, com exceção do parâmetro de cinzas. Contudo, houve influência nas análises de colorimetria e nas análises funcionais. Na FBL foi constatada a presença de pectina, celulose, hemicelulose, proteínas não digeríveis e compostos fenólicos, a partir da análise de FTIR e da análise de antioxidantes. Referente aos leites fermentados, a adição da FBL não influenciou na curva de acidificação das formulações. Nas análises físico-químicas, o acréscimo da FBL gerou aumento da quantidade de proteína, sólidos totais, cinzas e acidez nas bebidas, além da redução do pH e umidade. A adição da FBL também influenciou significativamente as análises de cor, reologia e microrganismos, caracterizando o produto como probiótico. As análises de sinérese, CRA e textura, constataram que a adição da FBL alterou a estrutura do leite fermentado, tornando-o mais firme e coeso, aumentou sua viscosidade e reduziu de modo significativo a liberação do soro durante o período de refrigeração. A análise de digestão e de antioxidantes verificaram que as bebidas acrescidas da farinha possuem propriedades terapêuticas e nutracêuticas à saúde humana.

Palavras-chaves: compostos bioativos, alimentos funcionais, resíduo cítrico, subproduto.

Abstract:

Consumers are increasingly concerned about promoting their health and purchasing foods that are more sustainable, given the great waste in the production chain. Thus, the term Upcycling appears, which transforms an input into the component of a completely new product. Given the large amount of waste during the production of orange juice, the reuse of this waste becomes interesting. Among dairy products, fermented milk is one of the main products explored in the incorporation of bioactive ingredients. The objective was to study the physical-chemical, colorimetric, functional and antioxidant characteristics, in addition to infrared spectroscopy (FTIR), of flour produced from dehydrated orange pomace (FBL). The influence of the addition of FBL on the physicochemical, colorimetric, technological, textural, rheological, microbiological, digestive and antioxidant properties of the fermented milk produced was also analyzed. Fermented milks were produced with 10% (F1), 30% (F2) and 50% (F3) (m/v) of FBL and a control sample (C) without addition of flour. It was found that FBL is a source of protein. Particle size did not influence the physical-chemical analyzes of the flour, with the exception of the ash parameter. However, there was an influence on colorimetry analyzes and functional analyses. In FBL, the presence of pectin, cellulose, hemicellulose, non-digestible proteins and phenolic compounds was found, based on FTIR analysis and antioxidant analysis. Regarding fermented milks, the addition of FBL did not influence the acidification curve of the formulations. In physical-chemical analyses, the addition of FBL generated an increase in the amount of protein, total solids, ash and acidity in the drinks, in addition to reducing pH and humidity. The addition of FBL also significantly influenced the color, rheology and microorganism analyses, characterizing the product as a probiotic. Syneresis, CRA and texture analyzes found that the addition of FBL changed the structure of the fermented milk, making it firmer and more cohesive, increasing its viscosity and significantly reducing the release of whey during the refrigeration period. Digestion and antioxidant analysis verified that drinks containing flour have therapeutic and nutraceutical properties for human health.

Keywords: bioactive compounds, functional foods, citrus residue, by-product.

INTRODUÇÃO

Na última década, a crescente consciência de que a dieta e a saúde estão intimamente relacionadas, e que a nutrição pode gerar benefícios na mitigação de algumas patologias, incentivou o aumento da demanda por novos alimentos e bebidas mais saudáveis (NAZIR et al., 2019). Embora não exista uma única definição consensual de alimento funcional, aceita-se que eles possam produzir efeitos benéficos à saúde, além das funções nutricionais básicas e auxiliarem na prevenção de alguns tipos de doenças. Associado a isso, esses alimentos podem ser apresentados na forma de um alimento ou bebida comum, o que significa que

devem ser consumidos como parte da dieta diária e rotina (BEN-OTHMAN et al., 2020). As bebidas são a categoria mais comum para alimentos funcionais, pois são fáceis de consumir dentro do estilo de vida moderno e agitado, altamente estáveis em prateleiras ou armazenamento refrigerado, e a incorporação de um novo ingrediente à sua formulação original geralmente é mais fácil (RAMOS et al., 2020; VIEIRA et al., 2021).

Juntamente com a tendência dos alimentos funcionais, os consumidores também estão exigindo produtos alimentícios mais sustentáveis, visto o evidente impacto negativo dos sistemas de produção de alimentos, incluindo a agricultura e as indústrias de alimentos, e que resultam principalmente no acúmulo de subprodutos. Atualmente, as aplicações dos subprodutos incluem seu uso como fertilizantes, combustível ou ração animal e, no pior dos cenários, alguns subprodutos são incinerados ou aterrados, o que configura um alto impacto ambiental, sem gerar valor e, portanto, levando a altos custos de manejo (BEN-OTHMAN et al., 2020).

Esses subprodutos agroindustriais podem ser uma fonte considerável de compostos bioativos, como carotenoides, compostos fenólicos, fibras alimentares e proteínas, que podem ser aplicados como ingredientes em alimentos funcionais, aumentando seu valor nutricional e proporcionando propriedades benéficas ao consumidor. O desenvolvimento de novos ingredientes a partir de subprodutos agroalimentares permite que duas questões sejam simultaneamente abordadas referente a transformação alimentar: aumentar a sustentabilidade dos processos e fornecer novas matérias-primas de interesse (SILVA et al., 2019).

Dentro desse contexto, desenvolveu-se o conceito Upcycling, que pode ser definido como um processo que denota a conversão de materiais que seriam destinados ao descarte, em novos materiais de maior qualidade e funcionalidade (ASCHEMANN-WITZEL et al., 2023). Além disso, Upcycling também pode ser visto como a transformação de um item destinado ao fluxo de resíduo em um ingrediente totalmente utilizável, reduzindo, assim, o desperdício geral. No entanto, em vez de apenas reutilizar um item, o Upcycling coloca o mesmo em um uso maior, ou melhor, transformando esse insumo em uma substância ou composto de um produto totalmente novo (MOSHTAGHIAN, 2021).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de citros e o maior produtor global de laranja e de suco de laranja. Na safra 2020/21, o País foi responsável por 32,8% da produção

mundial da fruta e por 62% do volume global de suco de laranja. Considerando que toneladas de laranja são direcionadas para a indústria de suco e que, nesse processo, 50% do fruto é descartados (EMBRAPA, 2023), a visão de Upcycling classifica essa fonte de resíduos a subproduto e é, até agora, pouco explorada.

Os produtos lácteos representam o segmento mais importante de alimentos consumidos mundialmente. Dentre eles, o leite fermentado é um dos principais produtos da indústria alimentícia e com grande aceitação a introdução de componentes bioativos de frutas, vegetais ou outras fontes (HASEGAWA; BOLLING, 2023). O consumo de leite fermentado está associado à alta qualidade da dieta e à ingestão de nutrientes. Além disso, o consumo desse tipo de bebida também pode aprimorar a saúde gastrointestinal e reduzir o risco de diversas doenças como cardiovasculares, câncer e diabetes tipo II. Cada uma dessas condições está intimamente ligada à saúde imunológica e à inflamação crônica (ASSEN et al., 2023).

Assim, o presente trabalho estudou leite fermentado acrescido de diferentes porcentagens da farinha de bagaço de laranja (FBL) como estratégia de incorporação de compostos bioativos no produto. Para tanto, foi realizada caracterização da FBL e dos leites fermentados durante o período de 30 dias de armazenamento.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Obtenção da farinha do bagaço de laranja

O resíduo de laranja foi adquirido na Feira do Produtor da cidade de Maringá – Paraná (Latitude: 23° 25' 38" Sul, Longitude: 51° 56' 15" Oeste). Inicialmente, todo o material foi pesado. As partes visivelmente estragadas foram descartadas. Em seguida, o material foi limpo em água corrente para eliminar sujidades e a casca da laranja foi separada do bagaço (membrana), sendo a casca descartada. O bagaço foi higienizado em água corrente e água sanitária por 15 minutos de acordo com Anvisa (2020). Decorrido o tempo, o mesmo foi lavado em água corrente e o resíduo foi pesado em Balança pesadora W-15 Welmeijer Classe III.

O bagaço da laranja foi disposto em finas camadas em bandejas e conduzido a estufa com circulação de ar CINELAB a temperatura de 60°C/24horas. Após esse período, o bagaço desidratado foi pesado. O bagaço seco foi triturado em moedor (Cadence Di Grano 127V MDR32) para obter a farinha do bagaço da laranja (FBL). A FBL obtida então foi peneirada em conjunto de peneiras de 150 a 35 mesh, além da peneira de fundo. O esquema utilizado para a configuração do Agitador BERTEL foi de 7 vibrações por 20 minutos. Separadamente, as FBL foram armazenadas em potes plásticos e armazenadas para pesagem e posteriores análises. A Figura 1 ilustra as FBL obtidas por mesh das peneiras.

Figura 1 –1 – Farinhas retidas em mesh: 35; 35 < mesh < 48; 48 < mesh < 60;

2 - Farinhas retidas em mesh: 60 < mesh < 100; 100 < mesh < 150; < mesh de 150



Fonte: A autora (2023)

As FBL foram classificadas em:

- a.) **Amostra A:** FBL do mesh de 35 + FBL de 35 < mesh < 48.
- b.) **Amostra B:** FBL de 48 < mesh < 60 + FBL de 60 < mesh < 100.
- c.) **Amostra C:** FBL de 100 < mesh < 150 + FBL < 150.

A Figura 2 ilustra as FBL contidas em cada amostra supracitada.

Figura 2 – Farinhas contidas nas amostras A, B e C, respectivamente



Fonte: A autora (2023)

3.2 Elaboração do Leite Fermentado

Para a elaboração dos leites fermentados foram utilizadas as farinhas produzidas a partir do bagaço da laranja, leite pasteurizado (Lactobom), açúcar (Alto Alegre) e a cultura probiótica contendo *Bifidobacterium animalis* subespécie *lactis* BB-12, *Lactobacillus acidophilus* LA-5, *Lactobacillus Bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus* (Chs. Hansen), todos adquiridos no comércio de Maringá/PR (Brasil).

As formulações de leite fermentado foram produzidas no laboratório do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Maringá (UEM). Os produtos foram elaborados com 10% (F1), 30% (F2) e 50% (F3) (m/v) de farinha de bagaço da laranja (FBL) e uma amostra controle (C) sem adição da farinha. O leite foi homogeneizado e aquecido a 85°C/15 minutos. Em seguida, adicionou-se 8% (m/v) de açúcar e as frações de farinha de bagaço de laranja, separadamente. A mistura foi resfriada até 42°C e adicionada a cultura contendo os microrganismos *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* (BB-12), *Lactobacillus acidophilus* e *Streptococcus thermophilus* adicionada. As formulações foram incubadas a 42°C para fermentação até pH 4,6. Durante o tempo de fermentação, a cada 1 hora, foi medido o valor de pH para elaboração da curva de fermentação. Ao atingir o pH esperado, o processo de fermentação foi interrompido com resfriamento próximo a 10°C e realizada a quebra do coágulo. Os leites fermentados foram submetidos a refrigeração de (4°C) e armazenados por até quatro semanas.

3.3 Análises funcionais aplicados as farinhas de bagaço de laranja

3.3.1 Índice de absorção de água (IAA)

O Índice de Absorção de Água (IAA) foi determinado segundo a metodologia de Anderson et al. (1969). Em um tubo de centrífuga, previamente tarado pesou-se 2,5 g de FBL e 15 mL de água. Os tubos foram agitados por 30 minutos em agitador mecânico e, em seguida, centrifugando-os a 4000 rpm por 10 minutos. O líquido sobrenadante foi transferido cuidadosamente para uma cápsula de alumínio previamente tarada, levado a estufa a 105°C/12 horas. Pesou-se o gel remanescente e calculou-se o IAA conforme a equação (1):

$$IAA = \frac{PRC}{PA - PRE} \text{ (Equação 1)}$$

Onde:

PRC = peso do resíduo da centrifugação (g)

PA = peso da amostra (g) base seca

PRE = peso do resíduo da evaporação (g)

3.3.2 Índice de solubilidade em água (ISA)

O índice de solubilidade em água foi calculado pela relação entre o peso do resíduo da evaporação e o peso seco da amostra analisados na determinação do Índice de Absorção de Água (IAA), conforme a equação (2) (ANDERSON et al., 1996).

$$ISA = \left(\frac{PRE}{PA} \right) \times 100 \text{ (Equação 2)}$$

Onde:

PRE = peso do resíduo da evaporação (g)

PA = peso da amostra (g) base seca

3.3.3 Capacidade de retenção de óleo (OHC)

A capacidade de retenção de óleo (OHC) será determinada com a adição de 10 mL de óleo vegetal em 1g da FBL, e submetidos a agitação por 5 horas. Em seguida a suspensão é centrifugada por 15 minutos a 5000 g, e o volume do sobrenadante medido. O sobrenadante é eliminado, os sólidos pesados e o OHC expresso em grama de óleo retido por grama de

amostra (BAYAR; KRIAA; KAMMOUN, 2016).

3.3.4 Propriedade de formação de espuma

As propriedades de formação de espuma que incluem a capacidade de espuma (FC) e a estabilidade da espuma (FS) foram avaliadas de acordo com o método descrito por Shahidi, Hon e Synowiecki (1995) com algumas modificações, onde 10 ml da FBL a 2% (p/v) de concentração foram transferidas para tubos e homogeneizadas em vórtice por 3 min a temperatura ambiente. A capacidade da espuma foi expressa como a porcentagem de aumento de volume logo após a homogeneização e a estabilidade da espuma expressa como o volume de espuma remanescente após 30 min. Para cálculo de FC e FS foi utilizado as seguintes expressões:

$$\% \text{ FC} = (V_T - V_0 / V_0) \times 100 \text{ (Equação 3)}$$

$$\% \text{ FS} = (V_t - V_0 / V_0) \times 100 \text{ (Equação 4)}$$

Onde:

FC = capacidade de espuma

FS = estabilidade da espuma

VT = volume total

Vt = volume após 30 minutos

3.4 Análise de Espectroscopia de Infravermelho (FTIR)

As FBL foram analisadas em espectrômetro BrukerVertex 70v FTIR (BrukerOptik GmbH, Ettlingen, DEU). Cada medida foi uma média de 128 espectros de 4000 a 400 cm^{-1} na proporção de 0,02g de amostra pra 0,2g de KBr (10%).

3.5 Análises físico-químicas

As FBL foram caracterizadas por análises físico-químicas: pH (potenciômetro digital), acidez titulável (titulação ácido-alcalimétrica com fenolftaleína como indicador), cinzas (mufla 550°C/24h), sólidos totais e umidade (estufa a 105°C/24horas) (AOAC,2019). Na farinha C foi realizada a análise de proteína (Kjeldahl – para a conversão de nitrogênio em proteínas multiplicou-se por 6,25) (AOAC,2019).

Nos leites fermentados foram analisados: cinzas (mufla 550°C/24h), sólidos totais e umidade (estufa a 105°C/24horas), proteína (Kjeldahl – para a conversão de nitrogênio em

proteínas multiplicou-se por 6,38, correspondente à produtos lácteos). O valor de pH (potenciômetro digital) e acidez titulável (titulação ácido-alcalimétrica com fenolftaleína como indicador) (AOAC,2019) foram realizadas nos dias 1, 15 e 30 dias de armazenamento.

3.6 Análise Instrumental

3.6.1 Análise de Cor

A cor instrumental foi medida utilizando o colorímetro (Konica Minolta, CR-400, Japão), sendo o equipamento previamente calibrado em uma placa branca. A leitura foi realizada diretamente sobre a superfície das FBL e dos leites fermentados obtendo-se valores os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (coordenada vermelho/verde) e b^* (coordenada amarelo/azul) de acordo com o sistema CIE. A partir dos valores das variáveis a^* e b^* foi calculado o ângulo de tonalidade (H°) das amostras utilizando a Equação 5 e o Cromo utilizando a Equação 6. A cor dos leites fermentados foi analisada tempo 1, 15 e 30 dias após processado. Todo o experimento foi realizado em triplicata.

$$H^\circ = \arctang\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \text{ (Equação 5)}$$

$$\text{Croma} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \text{ (Equação 6)}$$

3.7 Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água foi determinada submetendo-se 10g da amostra de leite fermentado à centrifugação por 9000 rpm/15 minutos (HERMLE, Z32 HK) (HARTE et al., 2003). A CRA foi expressa de acordo com a Equação 7. O CRA foi realizado em triplicata nos dias 1, 15 e 30 dias de armazenamento.

$$\text{CRA (\%)} = \frac{100x (\text{inicial} - \text{msobrenadante})}{\text{inicial}} \text{ (Equação 7)}$$

3.8 Análise de Sinérese

A suscetibilidade à sinérese foi determinada transferindo 100 ml de amostra para uma peneira de aço inox (mesh 120-ABNT 120) acoplado num funil, medindo o volume de soro coletado após 24 horas a temperatura de 5°C, em uma proveta graduada de 100 ml (HASSAN et al., 1996). Essa análise foi realizada em triplicata nos dias 1, 15 e 30 de armazenamento.

3.9 Análise de Textura (TXT)

A análise de perfil de textura dos leites fermentados foi realizada em triplicata em texturômetro (StableTa – TX, Inglaterra) a cada 15 dias durante 1 mês. Foi utilizado a probe P/0.5R e temperatura de 20°C (Software TextureExponet Lite® versão 6.1.4), com configurações para coleta de dados das amostras. A velocidade pré-teste foi de 2.0 mm/s; velocidade do teste de 1.00 mm/s; velocidade pós-teste de 1.00 mm/s; distância de compressão de 10 mm e força de contato de 3.0 g. Foram analisados os atributos de dureza (firmeza), adesividade e coesividade (SORDI et al., 2012).

3.10 Análise Reológica

As análises reológicas dos leites fermentados foram realizadas nos dias 1, 15 e 30 de armazenamento. Os parâmetros reológicos foram obtidos em triplicata a 10°C e 25°C, usando-se um reômetro de cone e placa, modelo MARS III, marca THERMO SCIENTÍFIC. O aumento da tensão de cisalhamento foi obtido pelo aumento da rotação, a partir da variação contínua da velocidade angular do cone. Foram utilizados gradientes de cisalhamento de 0 até 700 s⁻¹ por 30 segundos, com cone placa C60 e 0,5 ml de amostra obtendo assim curvas ascendentes e descendentes. A taxa de deformação foi determinada usando-se um programa computacional (RheoWin Data Manager da Thermo) que emprega as seguintes equações:

$$\gamma = \omega / \sin \theta \text{ (Equação 8)}$$

$$\tau = \frac{T}{\frac{2}{3}\pi.r^3} \text{ (Equação 9)}$$

Onde:

γ = Taxa de deformação (1/s)

τ = Tensão de cisalhamento (Pa)

ω = Velocidade angular do cone (rpm)

Π = Ângulo do cone

A descrição do comportamento reológico foi realizada utilizando-se o modelo reológico da Lei da potência ($K = \tau\gamma^n$) com auxílio do programa Origin versão 6.0.

3.11 Enumeração dos microrganismos probióticos e starter

Para a enumeração dos microrganismos probióticos foi utilizado meio de cultura específicos para *Lactobacillus acidophilus* (MRS modificado) e *Bifidobacterium* (BSM -

Bifidus Selective Medium). A técnica utilizada para a inoculação foi por profundidade. Após a inoculação as placas foram incubadas invertidas em jarras contendo gerador de anaerobiose Anaerobac (Probac) à 37°C por 72 horas (IDF, 1999). O acompanhamento foi realizado durante 4 semanas.

A contagem de *Streptococcus thermophilus* foi realizada por inoculação por profundidade no meio M17 (Difco, Le Pont de Claix, França) após incubação a 37°C por 48 horas (BRASIL, 2000).

3.12 Análise de Digestão dos leites fermentados

A digestão gastrointestinal *in vitro* foi simulada de acordo com Correa et al. (2017), onde 10g de leite fermentado foi adicionado a uma solução de 30 ml de solução de saliva artificial (2,38g Na₂HPO₄, 0,19g KH₂PO₄, 8g NaCl em 1L de água destilada). O pH foi ajustado para 6,75 a 37°C e a enzima α -amilase adicionada para obter 200U de atividade enzimática, com agitação de 150 rpm/10 min. Antes da adição da solução gástrica, o pH foi ajustado para 1,2 e, então, 30 ml de fluido gástrico artificial (0,32 g de pepsina em 100 ml de NaCl (0,03 M), (pH 1,2)) foi adicionado. A solução foi mantida a 37°C por 120 minutos sob agitação de 150 rpm. Por fim, o pH foi ajustado para 6,0 após adição de 5mL de NaCl (120 mM), 5ml de KCl (5 mM) e 30mL de fluido intestinal artificial (0,15g de pancreatina e 0,9g de extrato biliar em 100ml de NaHCO₃ (0,1 M)). A mistura foi mantida a 37°C por 60 minutos com agitação de 150 rpm. A suspensão final obtida da fase intestinal foi submetida à avaliação da viabilidade. Os resultados foram expressos em unidades formadoras de colônias por grama (UFC/g).

3.13 Análise de Antioxidantes

Empregou-se o método DPPH para determinar a atividade antioxidante de acordo com Oliveira et al. (2021). Primeiro preparou-se a solução estoque: 0,024 g de DPPH soluto em 100mL de metanol. Da solução estoque, foi retirado 10mL para fazer a solução trabalho, acrescentando mais 45mL de metanol. Em seguida, em um tubo de ensaio foi adicionado 200 μ L de extrato e 800 μ L de solução trabalho, reservado ao abrigo da luz por 20 minutos. Após o tempo determinado a absorbância foi medida a 517 nm em espectrofotômetro (Agilent UV-8553). Os dados foram expressos em mmol de Trolox equivalente/g de extrato.

Para determinação dos compostos fenólicos totais (PT), foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu. A quantidade total de compostos fenólicos foi calculada a partir da curva de calibração padrão usando ácido gálico e os resultados foram expressos em mg de equivalente de ácido gálico (GAE)/g de óleo essencial de orégano (PIERPOINT, 2004).

A capacidade antioxidante pelo método de redução de ferro foi realizada misturando os extratos da amostra com o reagente FRAP (PULIDO et al., 2000). A análise de ABTS foi realizada segundo Thaipong et al. (2006) utilizando uma solução de ABTS. Os resultados foram comparados com a curva de calibração Trolox ($y = -0,0011x + 0,9493$; $R^2 = 0,9932$) e expresso em $\mu\text{mol Trolox}$ por 100 g de amostra.

3.14 Análise Estatística

A análise estatística dos resultados obtidos foi realizada empregando-se a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparação de médias ao nível de 5% de significância, por meio do software Sisvar 5.6.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados das análises realizadas na farinha do bagaço da laranja (FBL)

4.1.1 Quantificação do material adquirido

A Tabela 1 faz referência ao total de material obtido durante o processo de coleta, seleção e produção da farinha do bagaço de laranja.

Tabela 1 – Quantidades do material adquirido durante o estudo

Parâmetro	Quantidade (Kg)
Resíduo de laranja	126,440
Bagaço após seleção e higienização	40,716
Bagaço desidratado	1,844
Farinha em pó	1,822
Farinha obtida na soma de todos os mesh das peneiras	1,783

Fonte: A autora (2023)

Por meio da Tabela 1 foi possível perceber o baixo rendimento da FBL peneirada quando comparada ao resíduo de laranja inicial. Os rendimentos dos materiais em questão serão melhores discutidos no item 4.1.3.

4.1.2 Detalhamento da quantidade de FBL obtida a partir da união dos meshes de peneira

Após as peneiras passarem pelo agitador, cada recipiente foi pesado para quantificar as FBL obtidas em cada mesh. Depois disso, os meshes mais próximos foram unidos, a fim de facilitar as análises. A união dos meshes resultou na amostra A com 769,94g de farinha em pó; Amostra B com 522,15g e Amostra C com 491,27g de farinha em pó.

4.1.3 Quantificação do rendimento da matéria-prima

A Tabela 2, abaixo, apresenta o rendimento obtido em cada etapa do processamento.

Tabela 2 – Cálculo de rendimento da matéria-prima em todos os estágios de preparação

Parâmetros analisados	Rendimento (%)
Resíduo de laranja VS Bagaço	32,20%
Bagaço VS Bagaço desidratado	4,52%
Bagaço desidratado VS Farinha obtida na soma de todos os mesh das peneiras	96,69%
Resíduo de laranja VS Bagaço desidratado	1,46%
Resíduo de laranja VS Farinha obtida na soma de todos os mesh das peneiras	1,41%
Bagaço VS Farinha obtida na soma de todos os mesh das peneiras	4,37%

Fonte: A autora (2023)

A partir da tabela 2, verifica-se que a FBL apresentou um rendimento de 4,37% quando comparado ao valor do bagaço após a seleção e higienização. Alguns estudos reportam rendimentos de 9% para FBL (OLIVEIRA et al., 2020), o que difere da presente pesquisa, possivelmente, devido a características da própria fruta como espécie e composição. Percentuais elevados (96,69%) de rendimento como o do “Bagaço desidratado VS Farinha obtida na soma de todos os mesh das peneiras” podem ser justificados, pois a comparação entre eles foi feita com o material devidamente seco nos dois casos, diferenciando-se apenas por não terem sido triturados. Em contrapartida, os percentuais

inferiores de rendimento dizem respeito a comparação entre a matéria prima no seu estado in natura com teor de umidade elevado comparada a matéria seca, o que faz com que o rendimento tenha valores reduzidos, visto que se perde uma grande quantidade de água.

4.1.4 Análises da farinha do bagaço de laranja

A Tabela 3 apresenta os valores dos resultados das análises físico-químicas das farinhas produzida a partir do bagaço de laranja.

Tabela 3 – Resultados das análises físico-químicas das farinhas de bagaço de laranja

Análises	Amostra A	Amostra B	Amostra C
Proteína (%)	5,89 ^a ±0,40	5,89 ^a ±0,40	5,89 ^a ±0,40
pH	4,74 ^a ±0,01	4,74 ^a ±0,01	4,73 ^a ±0,01
Sólidos totais (%)	90,48 ^a ±0,19	90,48 ^a ±0,18	90,49 ^a ±0,16
Umidade (%)	9,52 ^a ±0,19	9,52 ^a ±0,18	9,51 ^a ±0,16
Cinzas (%)	3,52 ^c ±0,30	3,92 ^b ±0,30	4,07 ^a ±0,24

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).

Quanto a % de proteína, a granulometria não interferiu nas amostras de modo significativo ($p < 0,05$), apresentando como resultado valor médio 5,89%. O valor encontrado no presente estudo é próximo ao obtido por O'Shea et al. (2015) que trabalharam com polpa de laranja seca por liofilização, obtendo para análise de proteína o resultado de 6,0%, o que demonstra que mesmo as amostras tendo suas peculiaridades como diferença no plantio, colheita, entre outras variáveis, e os processos de secagem terem sido diferentes, os resultados convergiram. A FBL é uma fonte de proteína, entre outros nutrientes, e tanto a granulometria quanto o método utilizado na quantificação pode detectar alterações nesse parâmetro devido a dispersão da proteína e acessibilidade para quantificação (CAYRES; ASCHERI; COUTO, 2021).

Com relação ao pH, este mede a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma amostra sendo importante a sua determinação para os processos tecnológicos. As FBL em suas diferentes granulometrias apresentaram pH entre 4,73 e 4,74, não evidenciando diferença

significativa entre as amostras. O resultado encontrado é similar ao obtido por Amaral et al. (2021), que obteve para a farinha da casca da laranja pH de 4,6. O pH de farinha é determinado pela composição química e não pelo tamanho das partículas. A composição química do bagaço da laranja pode afetar o pH, uma vez que as laranjas são naturalmente ácidas devido à presença de ácido cítrico (LI et al., 2023).

O valor do pH pode ser usado para determinar a característica dos alimentos, os quais podem ser classificados como levemente ácidos ($\text{pH} > 4,5$), ácidos (4,5 a 4,0) e muito ácidos ($< 4,0$). Assim, a farinha em pó do atual estudo é classificada como levemente ácida, o que era de se esperar visto as características ácidas provenientes da fruta. De acordo com Ben-Othman et al. (2020), o pH das farinhas são importantes, já que algumas propriedades funcionais e tecnológicas podem ser afetadas por alterações desse parâmetro além do sabor, odor e validade do produto.

Na avaliação de sólidos totais, não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância entre as amostras com granulometria diferentes, tendo os resultados variando de 90,48% a 90,49%. Quando comparado a resíduos de outros tipos de frutas como o do estudo de Fortes et al. (2020), que obteve para o resíduo de abacaxi 91,95% e para o resíduo de caju 93,82%, os valores das FBL foram inferiores. Os sólidos totais se referem à quantidade total de substâncias dissolvidas ou suspensas em uma solução, que incluem açúcares, minerais, proteínas, fibras e outros componentes presentes na farinha e, portanto, a granulometria não influi nesse parâmetro (AWUCHI; IGWE; ECHETA, 2019).

Com relação a umidade, este é um importante parâmetro a ser considerado, pois pode acelerar a deterioração dos alimentos, favorecendo a contaminação microbiológica. Assim como para sólidos totais, para a umidade, as amostras não apresentaram diferença significativa, registrando valores entre 9,51% e 9,52%. Desta forma, a farinha com baixo teor de água, contribui para um produto de boa qualidade e uma longa vida útil (OLIVEIRA et al., 2023). Em relação a literatura, O'Shea et al (2015) encontraram o valor de 10,55% para umidade, próximo ao do presente estudo, sendo esta pequena diferença entre eles possivelmente proveniente da técnica de secagem utilizada, em que se utilizou liofilização ao invés da estufa.

O teor de cinzas é um parâmetro muito importante e remete ao teor de minerais totais de um alimento. No presente estudo, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre as

amostras analisadas demonstrando que a granulometria influenciou este parâmetro. A determinação do teor de cinzas das farinhas foi de 3,52 e 4,07%, sendo a amostra C a que apresentou maior valor. Todas as farinhas apresentaram quantidades importantes de minerais e, se adicionadas a produtos, podem melhorar o valor nutricional destes.

Araújo et al. (2017) encontraram valores de cinzas de 2,92%, valor esse inferior ao encontrado no presente estudo, visto que eles avaliaram a casca da laranja e não o seu bagaço. A granulometria está relacionada ao processo de moagem ou trituração e esse pode influenciar no teor de cinzas devido a distribuição das partículas. Se a farinha for mais fina, as partículas de minerais podem ser mais uniformemente distribuídas na farinha, resultando em um teor de cinzas mais consistentes. Por outro lado, se a farinha for mais grossa, as partículas de minerais podem se concentrar em algumas áreas, levando a variações no teor de cinzas (BALA et al., 2020).

4.1.5 Análise de cor

A Tabela 4 apresenta os valores de dos parâmetros referentes a análise de cor das farinhas de bagaço de laranja.

Tabela 4 – Resultados da análise colorimétrica da farinha de bagaço de laranja

Análises	Amostra A	Amostra B	Amostra C
L*	58,27 ^c ±0,39	62,39 ^b ±0,14	67,51 ^a ±0,41
a*	7,37 ^a ±0,01	4,61 ^c ±0,01	4,74 ^b ±0,20
b*	32,11 ^a ±0,19	25,95 ^c ±0,06	29,69 ^b ±0,74
Croma	32,92 ^a ±0,25	26,35 ^c ±0,05	30,06 ^b ±0,76
°H	77,74 ^c ±1,04	79,92 ^b ±0,05	80,94 ^a ±0,19

Fonte: A autora (2023)

Média ± Desvio. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). L* = luminosidade, a* = coordenada vermelho/verde, b* = coordenada amarelo/azule °H=grau hue

O parâmetro L* representa a quantidade de luz que é refletida de uma amostra, em que o valor máximo de cem (100) representa uma perfeita reflexão e valor mínimo zero (0), constitui o preto. Os valores de L* variaram de 58,27 a 67,51, demonstrando variação no valor de luminosidade da cor da amostra, onde o maior valor de L representa que a amostra é mais clara (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Constatou-se diferença significativa entre as amostras A, B e C, sendo que a amostra C, com o maior mesh, apresentou o maior valor de luminosidade com 67,51, sendo mais clara que as demais amostras. Estudo desenvolvido por Araújo et al. (2017) também encontraram valores de L* para farinha da casca da laranja de 64,36, valor próximo ao do presente estudo.

Para todas as amostras, os valores do parâmetro a* foram positivos, logo indicam uma tendência maior ao vermelho. Da mesma forma que a luminosidade, a granulometria também afetou significativamente os valores de a*, que se diferenciaram estatisticamente, constante maior valor para a amostra A com 7,37. Em estudos desenvolvidos por Araújo et al. (2017), estes obtiveram valor de a* de 0,99, esta diferença pode ser devido a farinha, que no estudo em questão era proveniente das cascas de laranja e o presente estudo sobre o bagaço da fruta, além das diferenças das espécies de laranjas trabalhadas. Partículas menores podem ter uma maior capacidade de absorver pigmentos naturais presentes no bagaço da laranja, como carotenóides. Isso pode afetar a tonalidade "a" da farinha, tornando-a mais ou menos avermelhada, dependendo da interação entre as partículas e os pigmentos.

Em relação ao parâmetro da b^* , todas as amostras apresentaram valores positivos, variando de 25,95 a 32,11 tendendo para a coloração amarela, condizente com a coloração da fruta laranja. As amostras diferiram significativamente entre si e o maior valor de b^* foi de 32,92 para amostra A, valor este similar ao encontrado por Araújo et al (2017) que obtiveram em seus estudos 31,63.

A respeito do parâmetro Chroma, este demonstra a intensidade da cor, onde quanto maior o resultado maior é a intensidade da cor (MATOS et al, 2021). Para o parâmetro Chroma, a amostra A apresentou o valor mais elevado, sendo ele de 32,94, indicando que esta farinha apresenta uma cor mais intensa.

O componente $^{\circ}H$ (grau Hue) representa a tonalidade da cor e é representado por ângulos entre 0° a 360° . Entre 0° a 90° , a cor predominante é em tons de vermelho, laranja e amarelo, entre 90° a 180° tons de amarelo, amarelo esverdeado a verde, entre 180° a 270° tons de verde, azul esverdeado ao azul e entre 270° a 360° predominam tons do azul, púrpura, cores magentas e vermelhos (FERREIRA; SPRICIGO, 2017). Para o requisito grau Hue, as amostras enquadraram entre 0 e 90° indicando conseqüentemente tonalidade mais próxima a tons de vermelho, laranja e amarelo.

De maneira geral, tais resultados podem ser explicados devido ao fato do bagaço da laranja apresentar coloração predominantemente amarelo/esbranquiçada resultando, desta forma, em uma predominância da cor branca, o que está de acordo com o alto valor da luminosidade. Além disso, a própria característica da farinha ser amarelada foi comprovada por meio do parâmetro chroma e b^* encontrado, visto que, ele foi superior ao chroma a^* concordando também com o valor de Hue encontrado que se enquadra entre 0 e 90° .

4.1.6 Análises funcionais das farinhas de bagaço de laranja

A Tabela 5 apresenta os valores de Índice de Absorção de Água (IAA), Índice de solubilidade em água (ISA), Capacidade de Retenção de Óleo (OHC), Capacidade de Formação de Espuma (CFE) e Estabilidade de Espuma (EE) das amostras de FBL.

Tabela 5 – Resultados das análises de IAA, ISA, OHC, CFE, EE das amostras de FBL

Análises	Amostra A	Amostra B	Amostra C
IAA (g/g)	4,63 ^a ±0,8	2,21 ^b ±0,36	2,23 ^b ±0,06
ISA (%)	24,21 ^a ±0,95	20,15 ^b ±0,68	17,89 ^c ±1,57
OHC (g/g)	2,41 ^b ±0,07	2,04 ^c ±0,04	2,63 ^a ±0,10
CFE (%)	10,00 ^b ±<1	10,00 ^b ±<1	16,67 ^a ±5,77
EE (%)	10,00 ^b ±<1	10,00 ^b ±<1	16,67 ^a ±5,77

Fonte: A autora (2023)

Média ± Desvio. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Onde: IAA = Índice de Absorção de Água; ISA = Índice de Solubilidade em Água; OHC = Capacidade de Retenção de Óleo; CFE = Capacidade de Formação de Espuma; EE = Estabilidade de Espuma

O IAA de um alimento está relacionado à disponibilidade do grupo hidrofílico para se ligar as moléculas de água, formando um gel com as moléculas de amido (ALVES et al., 2018). Para a análise de IAA, as amostras B e C não diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre si, contudo, houve diferença com a amostra A, que apresentou o maior resultado de 4,63g água g matéria seca⁻¹. Estudo realizado por Clemente et al. (2012) encontraram valores superiores de 10,9 g água g matéria seca⁻¹ utilizando farinha de laranja de mesh 30, esta diferença pode estar relacionada ao tipo de mesh utilizado, as características da laranja e também ao modo de obtenção da farinha. Sendo assim, a amostra A apresentou a maior capacidade de absorção de água se comparado as amostras B e C, fato relacionado a granulometria de sua farinha conforme constatado por Pang et al. (2021), que afirma que o tamanho da partícula pode influenciar no resultado da análise que está sendo realizada, sendo a área total disponível para a reação um fator a ser considerado. Assim, a granulometria da partícula de uma farinha influencia diretamente o índice de absorção de água, o tempo de mistura e nas características sensoriais do alimento, como aparência, sabor e textura.

Para os valores de ISA, parâmetro que mede o grau de degradação total do grânulo de pectina, constatou-se que as amostras variaram entre 24,21 e 17,89%, apresentando diferença significativa entre si. Observa-se que a amostra A apresentou o maior índice de solubilidade em água se comparado as demais amostras analisadas, B e C. Logo, as farinhas B e C absorvem menos água e solubilizam menos que a farinha da amostra A. Essas

diferenças estão relacionadas a granulometria de cada amostra e a área disponível da partícula para diferentes reações, como esclarecido anteriormente (PANG et al., 2021). Clemente et al. (2012), registraram o valor de ISA de 24%, valor esse próximo ao encontrado no presente estudo. Conforme Menezes Filho et al. (2019), farinhas que apresentam altos índices de solubilidade em água podem ser empregadas em misturas que necessitam de baixo aquecimento, também sendo utilizadas para sopas e molhos que necessitam de quantidades altas de água.

Para a análise de OHC, todas as amostras diferiram significativamente, apresentando resultados entre 2,04 e 2,63g/g, sendo a amostra C a farinha detentora do resultado mais expressivo. Este fato pode ser explicado pelo fato da farinha C apresentar o maior mesh, ou seja, as menores partículas e quanto menor o tamanho delas, maior a capacidade de retenção de óleo, pois as partículas menores têm relativamente maiores áreas de superfície e, portanto, teoricamente, seriam capazes de reter mais óleo. Outro fator que pode ter influência na absorção de óleo é a densidade de carga total e o caráter hidrófilo dos constituintes (SILVA, 2016). Sánchez-Zapata et al., (2011) apontaram que esta propriedade é importante para a retenção de sabor e rendimento do produto, sobretudo os cozidos, por isso a importância de estudá-lo. O'Shea et al. (2015) obtiveram para farinha proveniente de resíduos de laranja o valor de 1,06 g/g de capacidade de retenção de óleo e Si et al. (2016) obtiveram para farinha proveniente de resíduos de framboesa o valor de 2,10g/g, valor inferior ao encontrado nesse estudo.

Para as análises de CFE e EE não houve diferença significativa entre as amostras A e B, mas houve quando estas foram comparadas com a amostra C, apresentando como resultado o maior valor da análise de 16,67%. De modo geral, as farinhas de todas as amostras apresentaram baixos valores para essas análises. O percentual de açúcares presentes nesse tipo de bagaço, como sacarose e frutose, pode interagir com as proteínas e assim influenciar a formação de espuma, pois podem afetar a retenção de água e, portanto, a viscosidade da mistura (ELLIS, et al., 2019). Os ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, podem afetar o pH da mistura e com isso a interação entre proteínas e outros componentes podem afetar a estabilidade da espuma (RADOVCIC et al., 2021). O mesmo foi observado por Santana et al. (2017) para as farinhas de aveia, linhaça dourada e marrom e de uva. De acordo com esses autores, e Porte et al. (2011), farinhas que não apresentam estas qualidades

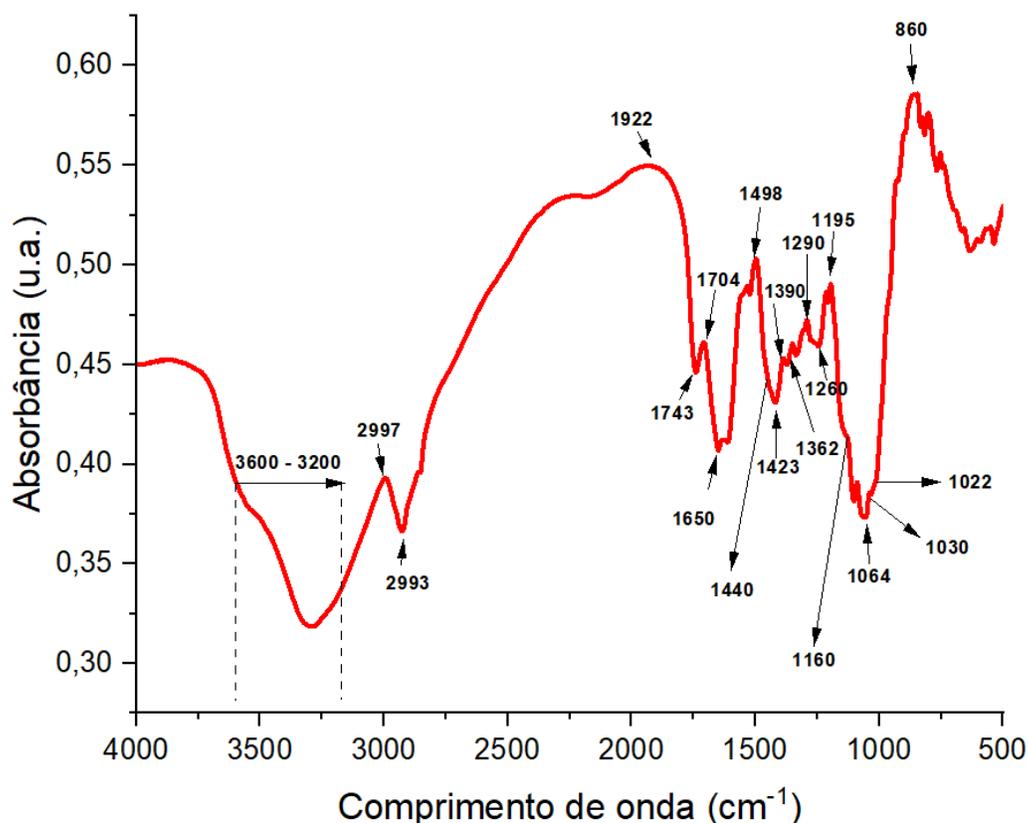
tecnológicas não podem ser utilizadas na elaboração de alimentos que requerem esta propriedade como no uso para fabricação de sorvetes e mousses. Apesar de baixa, a capacidade de formação de espuma encontrada no presente estudo ainda foi superior ao obtido por Menezes filho (2019) que não encontrou formação de espuma utilizando a farinha de laranja.

De maneira geral, pode-se verificar que a granulometria da farinha exerceu influência nas propriedades tecnológicas das farinhas, contudo não houve uma convergência nos resultados, sendo para IAA e ISA os maiores valores encontrados para farinhas de mesh menor e para OHC e espuma os maiores valores para farinhas de mesh maior. Assim, os estudos dessas propriedades tecnológicas são de grande importância, pois dependendo do produto em que a farinha for aplicada pode haver a influência da granulometria como por exemplo, nas propriedades de produtos de panificação que ainda não foi totalmente elucidada, mas é aceito que partículas finas e uniformes promovem maior uniformidade da farinha na massa (Li et al., 2023). Outro ponto importante também a se levar em consideração é a disponibilidade de compostos como antioxidantes, fibras e pectina e são importantes para aplicações em produtos lácteos. Portanto, considerando o supracitado, foi escolhida a aplicação da farinha de bagaço de laranja denominada de C para seguir com o estudo.

4.1.7 Análise de Espectroscopia no infravermelho (FTIR)

A Figura 3 ilustra o gráfico de FTIR realizada na FBL da amostra C.

Figura 3 – FTIR da FBL da amostra C



Fonte: A autora (2023)

A partir do espectro gerado foi possível observar que na FBL encontra-se a banda 3600 a 3200 cm^{-1} corresponde ao estiramento O–H, atribuído à umidade (TORBICA et al., 2023). As bandas na região 1760-1650 cm^{-1} são características de grupos carboxila esterificados e não esterificados em pectinas, estando presentes na farinha. Outros picos relacionados à pectina podem ser vistos em: 1440 cm^{-1} (modos de estiramento assimétricos vibração de ésteres metílicos) e 1022 cm^{-1} (KNIESE et al., 2021).

No espectro 1650 cm^{-1} (deformação angular N–H das amidas), 1498 cm^{-1} (estiramento N–H, caracteriza aminas e aminas secundárias) e 1743 cm^{-1} (ligação carbonila) pode estar relacionada a proteínas não digeridas, bem como enzimas. Além disso, vários picos podem ser atribuídos à celulose: 1423 cm^{-1} (CH_2 flexão), 1160 cm^{-1} (alongamento assimétrico O–C–O) e 1030 cm^{-1} (alongamento C–O, alongamento C–C); e para hemicelulose: 1362 cm^{-1} (CH_2 flexão, xiloglucano) e 1064 cm^{-1} (alongamento C–O) (CHYLIŃSKA et al., 2016; KLOSOK et al., 2020).

A presença de compostos fenólicos foi verificada pela observação simultânea de três bandas: $3600-3200\text{ cm}^{-1}$ (alongamento O–H), $1440-1362\text{ cm}^{-1}$, $1260-1195\text{ cm}^{-1}$ e 1290 cm^{-1} , resultante da interação da deformação angular do alongamento O–H e C–O (KLOSOK et al, 2020). Também podem ser observadas a banda 1704 cm^{-1} , as características da ligação C=O, presente na hemicelulose e lignina (TORBICA et al., 2023).

Na faixa de banda 2997 cm^{-1} a 2993 cm^{-1} , indica o estiramento CH (alcano). A banda 1922 cm^{-1} representa o estiramento C=C=C (aleno) e a banda 858 cm^{-1} , faz referência ao estiramento $\text{R}^2\text{C}=\text{CH}^2$ (indica C-H fora do plano). Já no espectro da celulose, a presença da banda 860 cm^{-1} confirma a remoção de parte da lignina, pois esta representa uma ligação glicosídica, característica de região amorfa da celulose (KNIESE et al, 2021). Por fim, o espectro confirmou de forma bem representativa a presença de pectina, celulose, hemicelulose, proteínas não digeríveis, lignina e compostos fenólicos, sem maior interferência de algum outro resíduo.

4.1.8. Análise de antioxidantes

Os teores fenólicos totais obtidos neste trabalho ($286,96\text{ mg GAE}/100\text{g RM}$) foram superiores aos relatados por Benelli et al. (2010) quando foi utilizado cosolvente. No entanto, o conteúdo fenólico das matérias-primas pode variar dependendo das condições de crescimento da planta (estresse hídrico e patógenos) (ESPINOSA-PARDO et al., 2017). Referente a isso, Barros et al., (2012) relataram que a atividade antioxidante dos extratos obtidos de frutas cítricas está relacionada ao teor de ácido ascórbico.

O resultado de DPPH obtido nesse estudo ($1.233,96\text{ }\mu\text{mol TE}/\text{mgE}$) foi superior aos apontados por Hernandez-Carranza et al., (2016) que estudaram diferentes temperaturas no processo de extração e obtiveram valores de 505 a $886\text{ }\mu\text{mol TE}/\text{mgE}$. Sobre isso, a casca de laranja é uma boa fonte de flavonóides e esse composto está relacionado aos benefícios à saúde humana, como capacidade antioxidante, atividade anticancerígena, antiviral e antiinflamatória (KIESERLING et al., 2019).

O valor do ensaio ABTS foi de $298,97\text{ }\mu\text{mol TE}/\text{mgE}$, menor que o valor de DPPH ($1233,96\text{ }\mu\text{mol TE}/\text{mgE}$). Quando o produto em análise apresenta alta concentração de pigmentos e são hidrofílicos, o ABTS apresenta melhores resultados do que pelo ensaio de DPPH, tornando o ensaio ABTS mais interessante para detectar capacidade antirradical nos

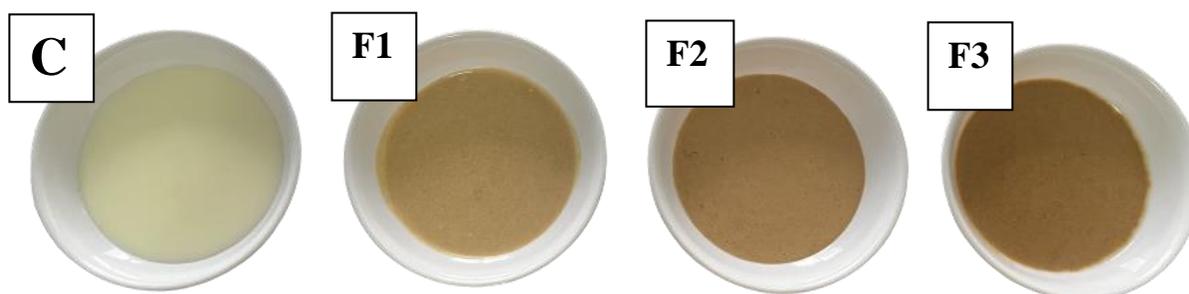
alimentos (ROMANO, et al, 2022). Contudo, isso não aconteceu no presente estudo, tal fato podendo ser justificado pelo método de obtenção da FBL e até a época de colheita da fruta.

O bagaço de laranja é conhecido por ter boa capacidade antioxidante e esse parâmetro está interligado a concentração de fibra que esse subproduto possui em sua constituição (GUTIÉRREZ BARRUTIA, et al. ,2019). Outro fator importante na obtenção de farinhas obtidas a partir de resíduos é a temperatura utilizado em sua elaboração, pois as mesmas podem formar compostos pela reação de Maillard e que atuam também como antioxidante, devido a formação de reductonas e melanoidinas (HAFSA et al., 2021).

4.2 Resultados das análises realizadas nos leites fermentados

A figura 4 ilustra as diferentes formulações de leites fermentados produzidos com a adição da farinha do bagaço de laranja, além do controle.

Figura 4 – Leites fermentados produzidos com a adição da FBL



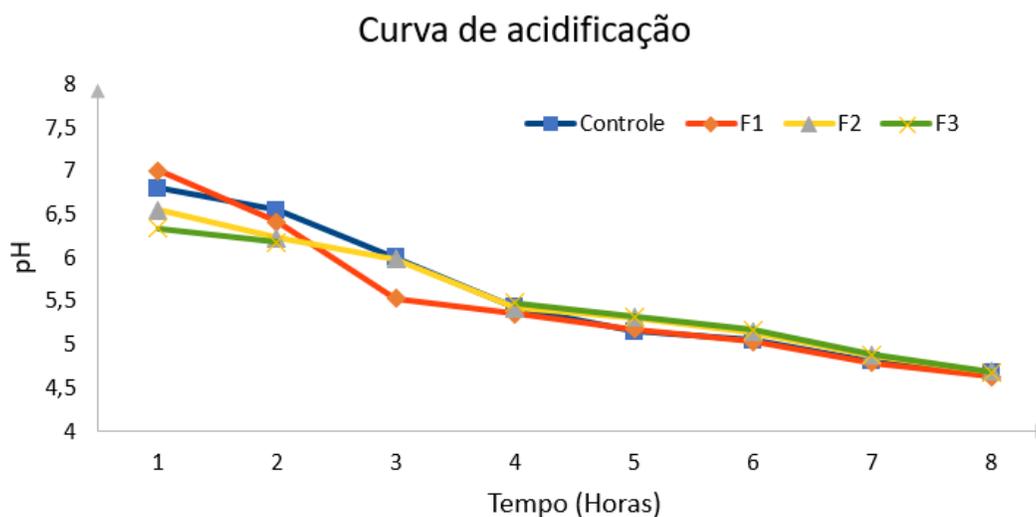
Fonte: A autora (2023)

Legenda: C=controle, F1=10% de FBL, F2=30% de FBL e F3=50% de FBL

4.2.1 Curva de Acidificação

A Figura 5 ilustra a variação do pH em função do tempo durante o processo de fermentação dos leites fermentados.

Figura 5 – Curva de acidificação dos leites fermentados



Fonte: A autora (2023)

Legenda: C=controle, F1=10% de FBL, F2=30% de FBL e F3=50% de FBL

A Figura 5 ilustra a variação do pH em função do tempo durante o processo de fermentação do leite fermentado, onde o mesmo foi finalizado em pH 4,6. Este é o ponto isoelétrico da caseína, ou seja, quando a caseína, que é uma proteína presente no leite, apresenta o mesmo número de cargas positivas e negativas (AHMAD et al., 2022). Para todas as formulações de leite fermentado, o processo foi finalizado em 8 horas. No início do processo da fermentação, houve alterações quanto ao pH inicial, que foi notado até aproximadamente em pH 5,5 e isso pode ter ocorrido devido a adição das diferentes porcentagens da FBL.

A adição de FBL não alterou o tempo total de fermentação em relação ao leite fermentado controle. A diminuição do valor de pH pode estar relacionada com as condições do leite e demais produtos adicionados sobre a ação da cultura láctea. Santos et al. (2022) explicaram a sinergia entre as bactérias lácticas responsáveis pela fermentação, onde o *Streptococcus thermophilus* é responsável por acidificar o meio, diminuindo o pH e estimulando o desenvolvimento do *Lactobacillus acidophilus* e *Bifidobacterium*. Nos estudos de Xu et al. (2022) foi relatado que, durante a fermentação, os microrganismos utilizam os carboidratos como fonte de carbono para produzir ácidos que reduzem o pH do iogurte, como ácido láctico e ácidos graxos de cadeia curta.

4.2.2 Caracterização físico-química dos leites fermentados

A Tabela 6 apresenta os resultados das análises físico-químicas dos leites fermentados.

Tabela 6 - Resultados das análises físico-químicas dos leites fermentados.

Análises	C	F1	F2	F3
Proteína (%)	5,80 ^c ±0,07	6,07 ^b ±0,06	6,24 ^a ±0,06	6,28 ^a ±0,03
Sólidos totais (%)	20,11 ^d ±0,17	20,56 ^c ±0,13	21,37 ^b ±0,10	22,68 ^a ±0,04
Umidade (%)	79,89 ^a ±0,17	79,44 ^b ±0,13	78,63 ^c ±0,10	77,32 ^d ±0,04
Cinzas (%)	0,60 ^d ±0,06	0,78 ^c ±0,09	0,80 ^b ±0,03	0,96 ^a ±0,52

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Legenda: C=controle, F1=10%de FBL, F2=30%de FBL e F3=50% de FBL.

O valor de proteína variou de 5,80 a 6,28%, não apresentando diferença significativa ($p < 0,05$) entre F2 e F3, mas apresentando diferença entre estas com as demais formulações (C e F1), ou seja, a adição de FBL aumentou de forma significativa a quantidade de proteína no leite fermentado. Abdollahzadeh et al., (2018) estudaram a adição de extrato de tâmara em leite fermentado e a amostra controle apresentou valor de 3,05 g/100g, essa variação de valores pode estar relacionada ao tipo de leite e cultura adicionada.

Os sólidos totais variaram de 20,11 a 22,68% nas formulações elaboradas. Quanto maior a adição de FBL maior foi o teor de sólidos nos leites fermentados. Todas as amostras diferiram significativamente ao nível de 5%, sendo a F3 a formulação com maior quantidade de sólidos (22,68%).

A porcentagem de umidade diminuiu com o aumento da porcentagem de FBL adicionado, sendo a menor a F3 (77,32%) e maior em C (79,89%), portanto, o aumento da quantidade de FBL adicionada atuou na diminuição da umidade do produto final. Todas as formulações diferiram significativamente no nível de 5%. Tosif et al., (2021) explicaram que produtos com substâncias gelatinosas e compostas por polissacarídeos como a pectina agem nas propriedades físicas e texturais de produtos, onde os mesmos podem agir diminuindo a umidade pela absorção de água, interação com proteínas e formação de gel (TOSIF et al., 2021).

A adição da FBL influenciou o teor de cinzas das formulações que apresentaram variação de 0,60 a 0,96% e com isso apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). A adição da FBL na elaboração de leite fermentado pode ter introduzido minerais do tipo cálcio, potássio, magnésio, fósforo, manganês e ferro presentes na fruta e, assim, enriquecendo os produtos em estudo (TOSIF et al., 2021) devido aos dados apresentados na Tabela 3.

A Tabela 7, a seguir, apresenta os resultados das análises de pH dos leites fermentados ao longo do período de pesquisa.

Tabela 7 – Valores de pH dos leites fermentados durante período de estudo

Formulações	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS
C	5,35 ^{Aa} ±<0,00	5,29 ^{Ab} ±<0,00	5,00 ^{Ac} ±<0,00
F1	4,62 ^{Ba} ±<0,00	3,80 ^{Db} ±<0,00	3,5 ^{Cc} ±<0,00
F2	4,59 ^{Ba} ±<0,00	4,09 ^{Bb} ±<0,00	3,8 ^{Ba} ±<0,00
F3	4,63 ^{Ba} ±<0,00	4,16 ^{Bb} ±<0,00	3,9 ^{Bc} ±<0,00

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).
Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

A Tabela 7 mostra os resultados da verificação do parâmetro de pH do leite fermentado produzido e armazenado ao longo de 30 dias. Pode-se observar que houve diferença significativa entre a formulação C quando comparada com as formulações F1, F2 e F3, logo no primeiro dia. Assim, pode-se afirmar que a adição da farinha proveniente do bagaço de laranja influenciou diretamente o pH do leite fermentado elaborado, fato relacionado ao pH ácido da própria farinha de 4,73, como demonstrado anteriormente na Tabela 3. Além disso, houve diferença significativa ao nível de 5% para a adição da farinha em pó nos produtos ao longo do seu tempo de armazenamento. Ou seja, as quantidades utilizadas de farinha para o preparo das diferentes formulações de leites fermentados influenciaram no pH e acidez do produto final, influenciando suas características.

A Tabela 8, a seguir, apresenta os valores obtidos para o parâmetro de acidez dos leites fermentados ao longo do período de pesquisa.

Tabela 8 - Valores de acidez dos leites fermentados durante período de estudo

Formulações	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS
C	30,78 ^{Db} ±0,54	30,39 ^{Dc} ±0,51	32,16 ^{Da} ±0,51
F1	45,06 ^{Cc} ±0,55	54,29 ^{Cb} ±0,51	62,55 ^{Ca} ±0,51
F2	67,91 ^{Bc} ±0,55	74,65 ^{Bb} ±0,51	82,62 ^{Ba} ±0,51
F3	80,60 ^{Ac} ±0,55	86,45 ^{Ab} ±0,51	87,63 ^{Aa} ±0,89

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

Os dados contidos da Tabela 8 mostra que houve diferença significativa entre as diferentes formulações no primeiro dia e essa diferença se manteve até o fim do período de análise. Dessa forma, é possível afirmar que a adição da FBL influenciou diretamente a acidez do leite fermentado elaborado. Ahmad et al. (2022) atribuíram o efeito da pós-acidificação do iogurte durante o armazenamento à atividade metabólica das culturas lácteas, que fermentam a lactose em ácido lático. Ban et al. (2020) explicam que a pós-acidificação também pode ocorrer devido a estabilidade da enzima β -galactosidase, que permanece ativa entre 0 e 5°C durante o período de armazenamento. Neste estudo, houve redução do pH associado com o aumento da acidez dos leites fermentados elaborados, em função dos dias de armazenamento, conforme observado em outras literaturas que produziram iogurte (ABDEL-HAMID et al., 2020; ASSEN et al., 2023; BAN et al., 2020).

A diminuição do pH e o aumento da acidez ao longo dos dias pode ser explicada devido à liberação de íons H⁺, interferindo não somente na atividade dos microrganismos, mas também na sinérese, por consequência, na liberação do soro. Esse comportamento de aumentar a acidez em função do período de armazenamento também foi relatada em outras literaturas sobre desenvolvimento de iogurte (CHEN et al., 2023). Associado a isso, estudos anteriores indicaram que a adição de fibra de laranja (MARY et al., 2022) e polpa de morango

concentrada (JASTER et al., 2018) melhorou a metabolização das bactérias ácido lácteas, reduziu o pH e aumentou a acidez dos iogurtes fortificados em comparação com as formulações controle.

4.2.4 Análise de cor

A Tabela 9 contém os dados da análise colorimétrica dos leites fermentados.

Tabela 9 – Resultados da análise colorimétrica dos leites fermentados

Parâmetros	Formulações			
	C	F1	F2	F3
Dia 1				
L*	93,96 ^{Aa} ±1,01	77,53 ^{Bb} ±0,92	67,55 ^{Bc} ±1,14	61,12 ^{Bd} ±0,75
a*	-3,84 ^{Ad} ±0,06	1,76 ^{Bc} ±0,11	4,61 ^{Bb} ±0,08	6,45 ^{Ba} ±0,10
b*	10,56 ^{Bd} ±0,27	21,16 ^{Bc} ±0,27	27,59 ^{Bb} ±1,41	30,56 ^{Ca} ±0,15
Croma	11,24 ^{Ad} ±0,24	21,24 ^{Bc} ±0,28	27,98 ^{Cb} ±1,40	31,24 ^{Ca} ±0,16
°H	79,92 ^{Ac} ±0,02	85,26 ^{Aa} ±0,28	80,50 ^{Bb} ±0,33	78,08 ^{Ad} ±0,14
Dia 15				
L*	90,58 ^{Ba} ±0,15	77,19 ^{Bb} ±0,57	67,54 ^{Bc} ±0,86	61,95 ^{Bd} ±0,83
a*	-3,62 ^{Ad} ±0,04	2,57 ^{Ac} ±0,19	5,29 ^{Ab} ±0,29	7,26 ^{Aa} ±0,53
b*	11,11 ^{Ad} ±0,03	23,22 ^{Ac} ±0,85	29,68 ^{Ab} ±0,49	33,60 ^{Aa} ±0,32
Croma	11,68 ^{Ad} ±0,03	23,36 ^{Ac} ±0,83	30,15 ^{Ab} ±0,53	34,38 ^{Aa} ±0,41
°H	79,92 ^{Ab} ±0,02	84,35 ^{Ba} ±1,05	79,91 ^{Bb} ±1,17	77,82 ^{Bc} ±0,78
Dia 30				
L*	89,10 ^{Ba} ±1,55	81,29 ^{Ab} ±0,68	70,17 ^{Ac} ±0,65	62,52 ^{Ad} ±0,72
a*	-1,64 ^{Bd} ±0,10	2,21 ^{Ac} ±0,41	4,36 ^{Bb} ±0,29	6,25 ^{Ba} ±0,41
b*	10,34 ^{Bd} ±0,18	23,45 ^{Ac} ±0,30	27,96 ^{Bb} ±0,65	32,00 ^{Ba} ±0,67
Croma	10,47 ^{Bd} ±0,19	23,56 ^{Ac} ±0,31	28,30 ^{Bb} ±0,68	32,61 ^{Ba} ±0,74
°H	79,92 ^{Ac} ±0,02	84,61 ^{Ba} ±0,99	81,14 ^{Ab} ±0,45	78,95 ^{Ad} ±0,48

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL. L* = luminosidade, a* = coordenada vermelho/verde, b* = coordenada amarelo/azule °H=grau hue

Os resultados da análise de cor foram expressos de acordo com a escada CIELAB. O resultado de L* obtido para C confirma a claridade da amostra, que não possui nenhum incremento em sua formulação sendo que a coloração clara/branca prevaleceu ao longo do estudo, onde os valores obtidos ao longo dos 30 dias foram próximos de 100. Porém ao longo do estudo houve diferença significativa na amostra C e isso pode ser devido a

possíveis interações químicas entre os ingredientes, embalagem inadequada, exposição a luz e oxidação. Com o aumento da adição da FBL houve alteração na luminosidade em todas as demais formulações com decréscimo do valor do parâmetro L, isso foi observado também ao longo dos 30 dias de estudo. Essa alteração resultou em coloração mais escura aos leites fermentados devido a presença de pigmentos naturais como carotenóides e antocianinas, que se desprendem da farinha e dissolvem na mistura alterando assim a cor do produto.

Ao contrário de L que diminuiu com a adição e o aumento da porcentagem de FBL adicionada, os parâmetros a^* e b^* aumentaram tanto em relação as diferentes formulações quanto durante o tempo de armazenamento, e todas as formulações diferiram estatisticamente ($p \leq 0,05$). Os resultados foram semelhantes aos iogurtes aromatizados e suplementados com outros materiais vegetais comestíveis como de romã (TRIGUEROS et al., 2014), bagaço de uva (DEMIRKOL; TARAKCI, 2018) e polpa de morango (JASTER et al., 2018). Du et al. (2021) explicaram que um possível aumento no valor de b^* em iogurte acrescido de bagaço de frutas pode ocorrer devido a reações de escurecimento não enzimático (Maillard), porém quando bagaços possuem teores de compostos fenólicos, os mesmos eliminam o desenvolvimento de escurecimento por reação de Maillard.

Os resultados do parâmetro chroma (C^*) indicaram que as formulações com FBL apresentaram valores de C^* maiores ao da formulação C. As formulações com FBL também apresentaram aumento desse parâmetro com o aumento da adição da farinha. Portanto, a maior saturação de cor nas amostras contendo FBL pode ser atribuída ao efeito de diminuição de L^* em comparação com o controle, o que significa que o teor de FBL foi um forte preditor dos valores de C^* . O comportamento do chroma durante o armazenamento foi semelhante ao de b^* , o que pode ser explicado pela correlação significativa entre eles.

Os valores de $^{\circ}H$ obtidos indicaram que os valores das amostras com a adição da FBL foram significativamente maiores ao controle (C), apresentando percepção de cor amarela ($p < 0,05$). As amostras contendo FBL apresentaram aumento no valor de $^{\circ}H$, o que pode ser atribuído à pigmentação da farinha e à redução da sinérese, permitindo uma melhor percepção da tonalidade, esta última gerada pelo aumento do pH e da CRA, influenciando positivamente na diminuição de L^* e aumento de C^* em relação ao controle.

Mary et al. (2022) analisaram a coloração de iogurte acrescido de fibra de casca de laranja, tendo como resultados para L^* , a^* e b^* os valores de 58,75; 8,78; 38,72,

respectivamente. Comparando esses resultados com o presente estudo, pode-se concluir que a formulação que mais se aproximou desses achados foi a formulação F3, tendo como resultados para L*, a* e b*, ao final dos 30 dias, os valores de 62,52; 6,25 e 32, respectivamente, porém apresentando maior luminosidade e menor intensidade de amarelo e vermelho que o iogurte.

4.2.5 Análises tecnológicas: sinérese e capacidade de retenção de água (CRA)

A Tabela 10 contém os valores dos resultados da análise de sinérese do leite fermentado.

Tabela 10 - Valores de sinérese dos leites fermentados

Formulações	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS
C	36,80 ^{Bd} ±0,28	37,30 ^{Ac} ±0,42	37,90 ^{Ac} ±0,14
F1	51,7 ^{Ab} ±0,42	48,9 ^{Ba} ±1,56	41,5 ^{Ca} ±0,71
F2	37,7 ^{Bc} ±0,14	45,00 ^{Ab} ±0,57	37,00 ^{Bc} ±0,57
F3	52,5 ^{Aa} ±0,14	48,7 ^{Ba} ±0,71	39,9 ^{Cb} ±0,14

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

A farinha do bagaço de laranja influenciou nos valores de sinérese tanto no mesmo leite fermentado no decorrer do tempo de armazenamento, quanto entre as diferentes formulações. Com isso, constata-se que a adição da FBL influenciou na quantificação de soro liberado e que as formulações diferiram no teste de Tukey com 5% de significância. A sinérese estudada em iogurte e bebida láctea é o processo de liberação de água de um gel, resultando na separação da fase líquida da fase sólida e, no caso de leite fermentado, é a separação do soro (fase líquida) do coágulo do leite fermentado (fase sólida) (ARYANA; OLSON, 2017).

O processo de separação pode ter sido influenciado pela interação das proteínas da FBL com as proteínas do leite fermentado. Tal fato pode afetar a estrutura da matriz proteica

no leite fermentado, deixando menos estável e liberando a fase líquida (MOURA et al., 2019). A alteração observada na Tabela 7 em relação a diminuição do pH também pode ter atuado na estabilidade das proteínas das formulações e influenciado nos valores de sinérese, pois a diminuição do pH promove a contração da matriz micelar da caseína, elevando a expulsão de soro (MOURA et al., 2019).

Em relação a expulsão de soro no decorrer do tempo de estudo, as bebidas lácteas acrescidas de FBL apresentaram diminuição do valor de soro liberado, pois esse tipo de farinha contém fibras e pectina que são componentes que tem a capacidade de absorver água. Arab et al., (2023) descreveu que os hidrocolóides aniônicos (pectina) com o positivo grupo funcionais carregados na superfície das micelas de caseína fornece uma rede de caseína mais forte.

Durante o armazenamento refrigerado dos leites fermentados, observou-se que as sinéreses nas amostras apresentaram alterações e isso pode ser devido a desnaturação da proteína do leite com aumento da acidez e desenvolvimento de uma rede proteica adequada, a qual fortaleceu a estrutura do gel com o tempo de armazenamento. Alterações semelhantes na sinérese para iogurte com adição de pó de bagaço de laranja durante o armazenamento foi relatada por Acharjee, Afrin e Si (2020).

Os valores de capacidade de retenção de água (CRA) obtidos nos leites fermentados em estudo estão apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 - Valores de CRA dos leites fermentados

Formulações	1 DIA	15 DIAS	30 DIAS
C	52,72 ^{Aa} ±<0,40	49,22 ^{Ab} ±<0,14	42,37 ^{Ac} ±<0,55
F1	36,28 ^{Db} ±<0,24	31,21 ^{Dc} ±<0,20	38,63 ^{Da} ±<0,54
F2	39,07 ^{Cc} ±<0,16	40,60 ^{Cb} ±<0,61	41,60 ^{Ca} ±<0,28
F3	41,88 ^{Bb} ±<0,43	44,66 ^{Bb} ±<0,58	41,25 ^{Ba} ±<0,34

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

As amostras apresentaram diferença significativa ($p \leq 0,05$) na mesma amostra analisada durante o período em estudo e também entre as diferentes formulações. Constatou-se que o valor de CRA diminuiu em relação a amostra C quanto comparada as demais formulações e isso pode ser atribuído as características específicas da FBL como proteína, fibra e pectina e sua interação com a matriz do leite fermentado.

Como a FBL é rica em pectina e fibras, que apresentam a capacidade de absorver água, o valor de água disponível para a matriz proteica da bebida é menor. Assim, ocorre uma competição de absorção de água entre pectina, fibras e a matriz proteica do leite fermentado, o que implica na redução do CRA, visto que a água disponível para a matriz proteica das formulações contendo FBL é menor quando comparada a formulação isenta da adição da farinha. Essa competição pela água interfere na textura e consistência do produto deixando o produto mais espesso e com diferente textura em relação a amostra C.

Wang, Kristo e LaPointe (2020) estudaram a adição de farinha de bagaço de maçã e notaram que, por o material ser rico em fibra e pectina, ele aumentou a viscosidade da bebida láctea elaborada em estudo, resultando em menor separação de soro, o mesmo resultado observado nesse estudo. Uma reação importante que pode ter resultado nesse aspecto de redução da expulsão do soro é que a pectina pode estabilizar os agregados de caseína através da estabilização eletrostática e estérica, resultando na formação de complexos caseína-pectina que podem estabilizar a rede de gel do leite fermentado (LIU; NAKAMURA; CORREDIG, 2006). Além disso, a pectina pode gelificar em ambiente ácido, incorporando o soro livre e reduzindo a sinérese (O'SHEA et al., 2015).

4.2.6 Análise de Textura

A Tabela 12 apresenta os resultados obtidos para a análise de textura durante o período de estudo com os leites fermentados elaborados, sendo avaliados os parâmetros de Firmeza (N), Coesividade (N) e Adesividade (mm).

Tabela 12 -Resultados da análise de textura dos leites fermentados

Parâmetros	Período de armazenamento (dia)			
	Formulações	Dia 1	Dia 15	Dia 30
Firmeza (N)	C	0,05 ^{Cc} ±0,07	0,06 ^{Cb} ±0,05	0,08 ^{Aa} ±0,02
	F1	0,06 ^{Bb} ±0,05	0,07 ^{Ba} ±0,08	0,07 ^{Ba} ±0,02
	F2	0,07 ^{Bb} ±0,09	0,07 ^{Bb} ±0,03	0,08 ^{Aa} ±0,05
	F3	0,08 ^{Aa} ±0,08	0,08 ^{Aa} ±0,04	0,08 ^{Aa} ±0,06
Coesividade (N)	C	0,87 ^{Bb} ±0,90	1,30 ^{Aa} ±0,43	0,74 ^{Cc} ±0,49
	F1	0,71 ^{Cb} ±0,87	0,91 ^{Ca} ±0,55	0,90 ^{Ca} ±0,35
	F2	0,78 ^{Ca} ±1,01	0,73 ^{Db} ±0,59	0,74 ^{Ab} ±0,55
	F3	0,97 ^{Ab} ±0,20	1,04 ^{Ba} ±0,34	0,80 ^{Bc} ±0,89
Elasticidade (mm)	C	1,00 ^{Ab} ±0,77	1,16 ^{Aa} ±0,97	0,98 ^{Ac} ±0,34
	F1	1,00 ^{Aa} ±0,86	1,00 ^{Aa} ±0,59	1,01 ^{Aa} ±0,45
	F2	0,98 ^{Aa} ±0,92	1,00 ^{Aa} ±0,40	1,04 ^{Aa} ±0,89
	F3	0,98 ^{Aa} ±1,03	0,98 ^{Aa} ±0,23	0,99 ^{Aa} ±0,44

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

Firmeza ou dureza ou ponto de ruptura é a quantidade de força em Newtons (N) necessária para deformar uniformemente a amostra e é um parâmetro importante para a percepção da textura (WU et al., 2023). O índice de firmeza (dureza) apresentou variabilidade conforme o acréscimo de FBL nas formulações, de modo a deixar o produto mais firme. O aumento da firmeza nos leites fermentados acrescidos de FBL pode ser atribuído ao aumento dos sólidos totais, interação entre agregados de caseína e rede de fibras, eventualmente levando a um gel de leite fermentado mais forte durante o armazenamento (SERT et al, 2023).

O aumento da firmeza durante o armazenamento também pode estar relacionado a diminuição pH, o que faz com que a estrutura do gel encolha e, conseqüentemente, eleve a força do gel. Em géis à base de pectina (polissacarídeo presente na laranja), a diminuição do

pH pode levar a formação de ligações iônicas entre as moléculas de pectina, resultando em uma estrutura de gel mais firme (KIESERLING et al., 2019). Outros pesquisadores também relataram um aumento nos valores de firmeza pela incorporação de subprodutos da fruta, como pó de casca de abacaxi, bagaço de maçã e fibra de casca de laranja em iogurte (FORTES et al, 2020; WANG et al., 2020; MARY et al., 2022).

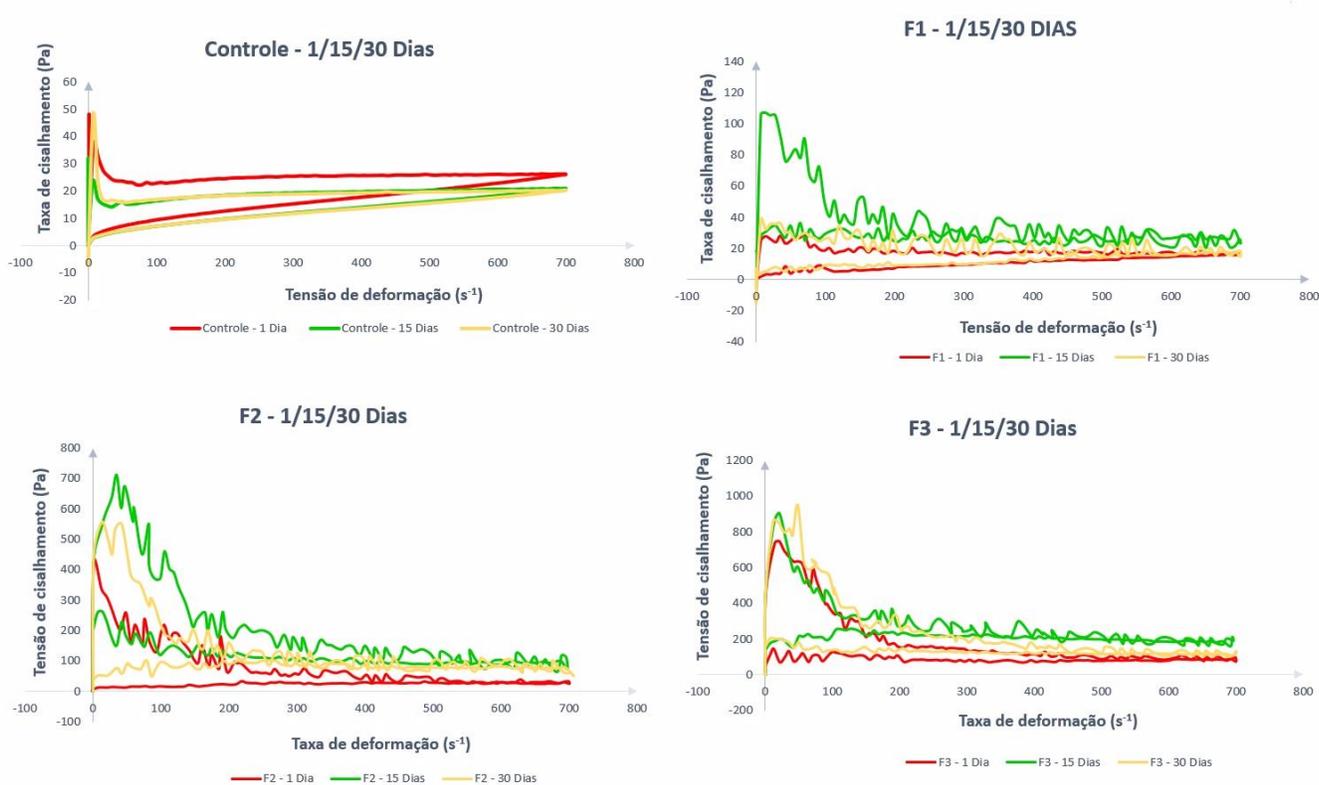
A coesão avalia a qualidade do leite fermentado em termos da força necessária para remover o produto aderido à colher ou à boca durante sua ingestão, sendo um parâmetro crítico para esse tipo de alimento (SERT et al., 2023). As alterações nos valores da coesidade entre as formulações e durante o período de estudo podem estar relacionadas com o aumento do valor da firmeza, pois a adição da FBL aumentou a viscosidade dos leites fermentados e isso reverte a uma massa menos coesa com alterações na formação da estrutura do gel. Wang, Kristo e Lapointe (2020) estudaram a adição de bagaço de maçã em iogurte tipo mexido e relataram que a firmeza tende a aumentar devido à formação de um gel mais sólido, enquanto a coesão pode diminuir devido a redução da viscosidade e a alteração da composição do leite. Essas mudanças são características normais e desejáveis em muitos produtos lácteos fermentados como iogurtes e leites fermentados, que são apreciados pela textura firme e suave.

A elasticidade indica a integridade da textura e representa a capacidade do gel de leite fermentado de recuperar sua estrutura após se romper (MOUSAVI et al., 2019). A adição da FBL não afetou nesse parâmetro entre formulações e nem ao longo do período analisado. Como a FBL possui fibras em sua constituição, pode ser que elas atuaram na textura, pois se o teor de fibras for baixo ou se as fibras forem processadas de forma a minimizar seu impacto na textura, a elasticidade não pode ser alterada de forma perceptível.

4.2.7 Reologia

A Figura 6 ilustra as curvas da análise de reologia das 4 formulações estudadas no período de acompanhamento do estudo separada por formulações.

Figura 6 – Curvas da reologia das formulações C, F1, F2 e F3

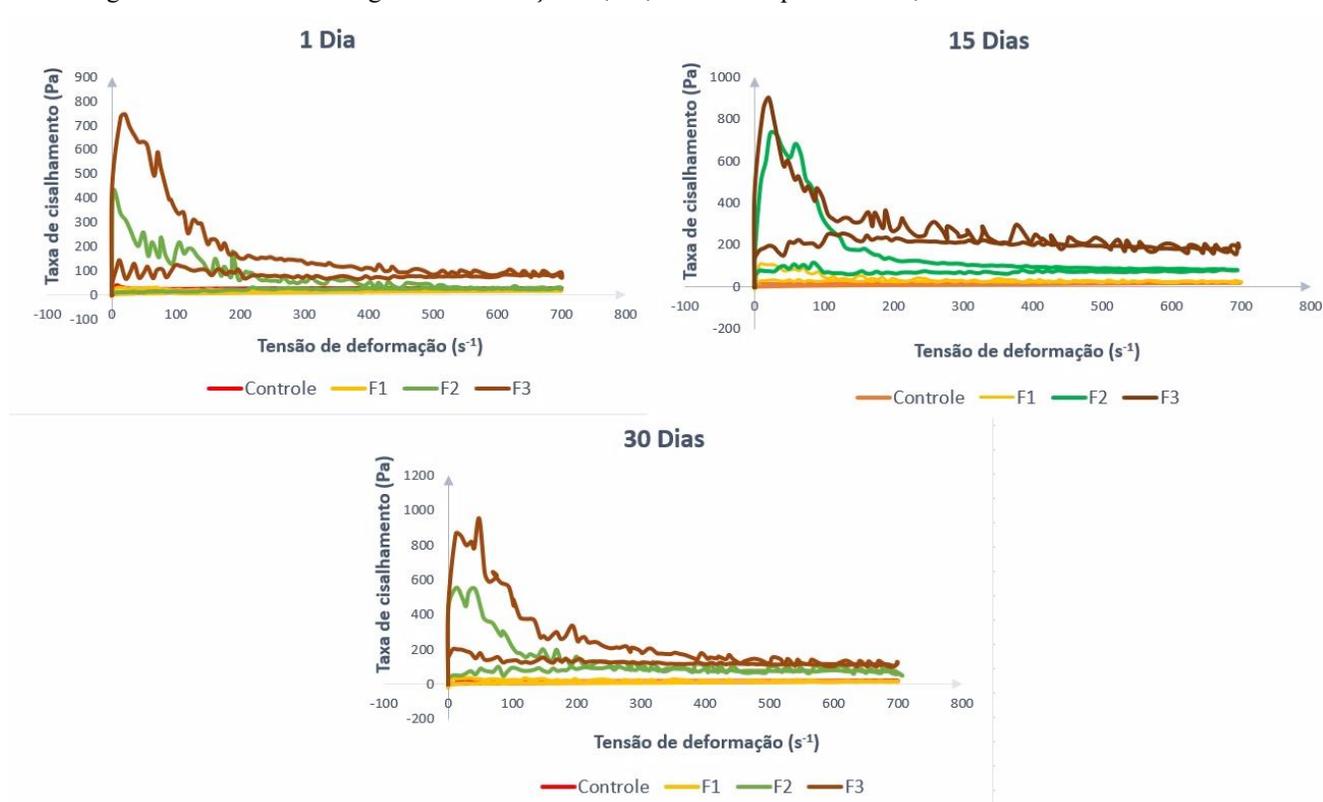


Fonte: A autora (2023)

Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

O Figura 7 ilustra as reologias dos produtos comparando as formulações por dias analisados durante o período de análise.

Figura 7 – Curvas da reologia das formulações C, F1, F2 e F3 no período de 1, 15 e 30 dias



Fonte: A autora (2023)

Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

Nota-se que, independentemente da porcentagem FBL adicionada, todas as formulações de leite fermentado em estudo apresentaram comportamento de fluido não newtoniano e pseudoplástico, uma vez que houve diminuição da viscosidade em função do aumento da taxa de cisalhamento aplicada (MATHIAS et al., 2013). Gomes e Penna (2009) relatam que razão do enfraquecimento das fracas interações existentes entre as moléculas do produto e da diminuição da energia de interação entre estas. O comportamento pseudoplástico em amostras de iogurte ocorre devido à quebra de ligações entre os agregados proteicos como resultado do cisalhamento (CUI et al., 2014).

Todas as amostras apresentaram características tixotrópicas (Figura 6), em função das diferenças de tensão e viscosidade entre as curvas de taxa ascendente e descendente. Este fenômeno, conhecido por histerese, é resultado da quebra do gel e pode ser quantificado como a área entre as curvas de fluxo. Quanto maior a área compreendida entre as curvas, maior o efeito tixotrópico (HUSSAIN et al., 2022).

A formulação F3 foi a que apresentou maior viscosidade em toda o período analisado (Figura 7), seguido de F2, F1 e C. Este resultado se torna coerente, pois foi a formulação com destaque nos valores de proteína e umidade e, entre as formulações com adição de farinha de bagaço, foi a que teve melhor influência na textura.

4.2.8 Enumeração dos microrganismos presentes nos leites fermentados

A Tabela 13 contém os resultados da análise microbiológica das diferentes formulações de leites fermentados durante o período de tempo de 1, 15 e 30 dias.

Tabela 13 - Resultados da análise do controle microbiológico das formulações dos leites fermentados

	Formulações			
	Dia 1	C	F1	F2
<i>Strep. Thermophilus</i>	6,33x10 ^{7Ad} ±5,13	7,33x10 ^{8Ac} ±4,04	29,00x10 ^{8Aa} ±1,14	16,33x10 ^{8Ab} ±4,51
<i>Lact. Acidophilus</i>	5,33x10 ^{9Ab} ±1,53	22,33x10 ^{8Ad} ±4,16	7,33x10 ^{9Aa} ±2,08	4,33x10 ^{9Ac} ±3,21
<i>Bifidobacterium</i>	3,33x10 ^{9Bb} ±2,08	20,00x10 ^{8Ac} ±5,00	7,33x10 ^{9Ba} ±1,15	3,67x10 ^{9Ab} ±1,15
Dia 15				
<i>Strep. Thermophilus</i>	3,67x10 ^{7Ad} ±1,15	6,00x10 ^{8Bc} ±1,73	22,67x10 ^{8Aa} ±3,79	12,33x10 ^{8Bb} ±3,21
<i>Lact. Acidophilus</i>	2,33x10 ^{9Bb} ±1,15	14,33x10 ^{8Bc} ±4,16	5,67x10 ^{9Ba} ±2,08	3,67x10 ^{8Bd} ±2,89
<i>Bifidobacterium</i>	8,67x10 ^{9Ab} ±3,51	15,00x10 ^{8Bc} ±6,00	15,00x10 ^{9Aa} ±6,00	5,00x10 ^{8Cd} ±2,52
Dia 30				
<i>Strep. Thermophilus</i>	6,00x10 ^{7Ac} ±3,00	18,67x10 ^{7Cb} ±2,08	12,33x10 ^{8Ba} ±3,06	6,33x10 ^{7Cc} ±1,53
<i>Lac. Acidophilus</i>	10,33x10 ^{7Cb} ±3,06	8,33x10 ^{7Cc} ±0,58	2,00x10 ^{8Ca} ±<0,00	4,00x10 ^{7Cd} ±3,61
<i>Bifidobacterium</i>	3,67x10 ^{7Cd} ±0,58	15,67x10 ^{8Bb} ±4,04	6,60x10 ^{9Ca} ±4,04	6,67x10 ^{8Bc} ±3,51

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$).
Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

Streptococcus thermophilus, *L. acidophilus* e *Bifidobacterium* desempenham um papel crítico na produção do leite fermentado, pois apresentam uma relação simbiótica durante todo o processo de fermentação e seu comportamento de crescimento impactam na qualidade do produto em relação ao aroma, sabor, textura e, conseqüentemente, aceitação do consumidor (YAMAMOTO et al., 2021).

Na enumeração do *S. thermophilus* nas formulações F1 e F3 houve diminuição desse microrganismo no decorrer do tempo de estudo de 30 dias (de 10^8 para 10^7 UFC/mL), o que não foi notado para as formulações C e F2. Todas as formulações apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) entre si durante o tempo de análise, sendo a F2 que apresentou maior enumeração no decorrer do tempo todo de estudo. A diminuição na enumeração do *S. thermophilus* pode estar relacionada com alterações de pH no decorrer da vida de prateleira do produto (VÉNICA et al., 2023). Além disso, cepas de *S. thermophilus* são sensíveis à presença de acetaldeído e diacetil, que são compostos produzidos durante a fermentação (YAMAMOTO et al., 2021). Resultados similares foram constatados em iogurte produzido com farinha de bagaço de amora (DU et al., 2023). Arioui, Saada e Cheriguene (2017), estudaram a adição de pectina de laranja em iogurte elaborado com *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus* e notaram que a pectina foi fonte de carbono para os microrganismos estimulando no seu desenvolvimento.

O *Lactobacillus acidophilus* presente nos leites fermentados apresentaram valores em sua enumeração com alterações tanto entre as formulações quanto ao longo do tempo de estudo, portanto com diferença significativa ($p \leq 0,05$). Ao longo dos 30 dias de armazenamento, notou-se também uma diminuição nos valores desse microrganismo em todas as formulações, sendo que C e F3 apresentou maior redução na ordem de $2\log$ (de cerca de 10^9 para 10^7 UFC/mL). Registros como estes foram relatados por Mousavi et al. (2019) na produção de iogurte enriquecido com farinha de linhaça.

Quanto a enumeração da *Bifidobacterium* houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre todas as formulações e ao longo do tempo de observação em todas as formulações. Esse resultado pode ser explicado pela presença de inibidores como lactoferrina, IgA e IgG e lisozima produzidos pós-acidificação no leite, e pelo aumento da quantidade de peróxido de hidrogênio (SOFYAN et al., 2022). Resultados semelhantes foram encontrados por Medina et al. (2023) na produção de um iogurte acrescido com a farinha do resíduo de carao.

A adição da FBL contribuiu na enumeração dos microrganismos, principalmente para a *Bifidobacterium*. Esse fato está em conformidade com o estudo de outros pesquisadores que investigaram diferentes suplementos em iogurte e constataram que a contagem de *L. acidophilus* ou Bifidobactérias aumentaram (SENDRA et al., 2010; ERKAYA-KOTAN, 2020). Santos et al. (2018) revisaram o uso de farinhas prebióticas no processamento de laticínios e destacaram que a adição de farinhas à base de frutos ou outras fontes apresentam potenciais efeitos prebióticos, promovendo o crescimento e aumentando a viabilidade de probióticos como *Lactobacillus* e *Bifidobacteria*.

Apesar das diferenças encontradas, os níveis totais de bactéria ácido-láticas (LAB) foram, em todas as formulações, bem acima do mínimo necessário para um leite fermentado ($>10^6$ UFC/mL) (CODEX ALIMENTARIUS, 2003). Associado a isso, a FAO/WHO (2006) estabelece como exigência que qualquer alimento que alegue ter um efeito probiótico deve conter pelo menos 10^6 – 10^7 UFC/mL de bactérias probióticas vivas. Logo, todos os leites fermentados elaborados podem ser considerados uma bebida probiótica. Posto isso, a F2 foi a formulação com o maior número de microrganismos vivos presentes durante o período do estudo.

4.2.9 Análise de Digestão

Na Tabela 14 estão demonstrados a quantidade de microrganismos, antes e após a análise de digestão. Comparando os resultados antes e após a digestão, percebe-se que houve uma redução estatisticamente significativa ($p<0,05$) no conteúdo dos itens avaliados, condizente com outros estudos (BARROS et al., 2017).

Tabela 14 – Resultados da análise de digestão das formulações de leites fermentados

		Com 30 dias	
		Antes da digestão	Após a digestão
<i>Streptococcus</i>	C	6,00x10 ^{7a} ±3,00	6,1x10 ^{6b} ±0,01
<i>Thermophilus</i>	F1	18,67x10 ^{7a} ±2,08	7,3x10 ^{6b} ±0,03
	F2	12,33x10 ^{8a} ±3,06	3,6x10 ^{7b} ±0,10
	F3	6,33x10 ^{7a} ±1,53	2,3x10 ^{6b} ±0,03
<i>Lactobacillus</i> <i>Acidophilus</i>	C	10,33x10 ^{7a} ±3,06	1,32x10 ^{6b} ±0,11
	F1	8,33x10 ^{7a} ±0,58	0,34x10 ^{6b} ±0,01
	F2	2,00x10 ^{8a} ±<0,00	3,00x10 ^{7b} ±0,08
	F3	4,00x10 ^{7a} ±3,61	0,13x10 ^{6b} ±1,03
<i>Bifidobacterium</i>	C	3,67x10 ^{7a} ±0,58	4,30x10 ^{6b} ±0,12
	F1	15,67x10 ^{8a} ±4,04	5,22x10 ^{6b} ±0,78
	F2	15,67x10 ^{9a} ±4,04	3,71x10 ^{7b} ±1,22
	F3	6,67x10 ^{8a} ±3,51	0,76x10 ^{6b} ±0,08

Fonte: A autora (2023)

Média±Desvio padrão. Resultados com letras minúsculas diferentes na mesma linha são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$) em relação as formulações ao longo do tempo de armazenamento. Resultados com letras maiúsculas diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes pelo teste de Tukey ($p \leq 0.05$). Legenda: C=controle, F1=10% de FBL; F2= 30% de FBL e F3 = 50% de FBL

As enumerações foram realizadas para os 3 microrganismos que compõem a cultura que foi utilizada no processo de fabricação dos leites fermentados com o intuito de verificar a sobrevivência dos microrganismos após passar pela simulação do trato-gastrointestinal. Li et al. (2019) descreveram que as bactérias probióticas devem navegar uma árdua jornada começando na boca até o estômago e ao longo do trato gastrointestinal para conferir benefícios à saúde, resistindo o ambiente ácido do estômago por uma hora e digestão com pepsina.

No armazenamento, as amostras de leite fermentado apresentavam alta capacidade de sobrevivência para *S. Thermophilus* e para os microrganismos probióticos levando a contagens viáveis ($> 10^7$ UFC/g) superiores ao limite terapêutico mínimo (10^6 UFC/g). Foi observada influência significativa ($p < 0,05$) da suplementação de FBL nas contagens de *S. thermophilus*, *L. acidophilus* e da *Bifidobacterium*. A adição de FBL causou uma diminuição nas contagens de *S. thermophilus* em 1 log em todas as formulações. Situação similar foi descrito por Santos e Ellena (2021) que utilizou fibra de laranja em iogurte.

A FBL por ser uma fonte de fibra dietética e de antioxidantes, auxilia na importante manutenção do trato gastrointestinal, além que influenciar benéficamente na sobrevivência do *L. acidophilus*, que habita o intestino e é uma bactéria probiótica que desempenha um papel importante para a saúde digestiva. O *L. acidophilus* se alimenta das fibras não digeríveis, promovendo fermentação e, com isso, uma produção de ácidos graxos de cadeia curta que propiciam um ambiente intestinal saudável. No caso das formulações em estudo, houve uma diminuição na enumeração após passarem pela simulação do trato gastrointestinal, mas ainda se mantendo dentro do limite terapêutico mínimo (10^6 UFC/g).

Além disso, também vale ressaltar que para uma ação efetiva desses microrganismos ser constatada, eles devem ser tolerantes aos fluidos intestinais, incluindo as enzimas. Para Li et al. (2020), a fermentação que ocorre na própria microbiota intestinal e as interações entre estes microrganismos com a microbiota intestinal são responsáveis pela formação de metabólitos que são efetivamente absorvidos, contribuindo para os efeitos benéficos à saúde dos antioxidantes ingeridos.

4.2.10 Análise de Antioxidantes

A Tabela 15 contém os resultados da análise de antioxidantes das formulações de leite fermentado com as diferentes concentrações da farinha produzida a partir do bagaço de laranja.

Tabela 15 – Resultados da análise antioxidante das formulações do leite fermentado

Análises	C	F1	F2	F3
FRAP ($\mu\text{mol Fe}^{2+}/\text{mgE}$)	-	23,64	55,24	86,84
Fenóis (mg GAE/100g RM)	-	284	536	893
DPPH ($\mu\text{mol TE}/\text{mgE}$)	-	346	862	893

Fonte: A autora (2023)

Legenda: C=controle, F1=10%de farinha do bagaço de laranja, F2= 30% de farinha do bagaço de laranja e F3 = 50% de farinha do bagaço de laranja.

Diante dos resultados obtidos, constatou-se que houve aumento de todos os parâmetros analisados nos leites fermentados juntamente com o aumento da concentração de FBL adicionada no produto, indicando que essa adição influenciou nos resultados de forma a

deixar o produto mais fortificado. Monteiro e colaboradores (2021), em estudo desenvolvido com farinha obtida a partir do bagaço de uva encontraram 250,2mg GAE/100g RM para Fenóis e 109,3 μ mol TE/mgE para DPPH, valores inferiores ao constatados no presente estudo, principalmente, quando comparado com a F3. Resende et al. (2019) em pesquisa com farinha obtida a partir dos subprodutos do buriti, registraram 88,9 μ mol Fe²⁺/mgE na análise de FRAP, resultado semelhante ao obtido pela formulação F3.

A existência de fenólicos em pequenas quantidades nos alimentos é importante para a classificação de propriedades nutraceuticas, tendo também a vantagem de inibir a proliferação de células cancerosas e proteger os neurônios contra o estresse oxidativo (MACHADO et al., 2023). Oduntan e Arueya (2022) elucidaram que os flavonóides apresentam muitas propriedades benéficas, incluindo antimicrobiano, antiinflamatório enzimático inibidor, estrogênico, antialérgico, antioxidante e efeitos antitumorais. Quando os alimentos à base de bagaço possuem uma quantidade substancial de bioativos complexos como flavonóides, o valor nutritivo se elevado para o consumo humano retornando em benefícios para a saúde.

CONCLUSÃO

Com base nas análises realizadas na farinha obtida a partir do bagaço de laranja, a FBL é fonte de proteína e é classificada como levemente ácida. A granulometria não influenciou as análises físico-químicas (proteína, pH, sólidos totais, umidade e cinzas), com exceção do parâmetro de cinzas. Contudo, houve influência nas análises de colorimetria (L, a*, b*, chroma e °H) e nas análises funcionais (IAA, ISA, OHC, CFE, EE). Na FBL foi constata a presença de pectina, celulose, hemicelulose, proteínas não digeríveis e compostos fenólicos, a partir da análise de FTIR e da análise de antioxidantes.

Os leites fermentados com adição da FBL não foram influenciados na curva de acidificação pela adição da farinha. Nas análises físico-químicas, o acréscimo da FBL gerou diferença significativa nos parâmetros analisados, constatando-se aumento da quantidade de proteína, sólidos totais, cinzas e acidez nas formulações com o aumento da porcentagem de FBL, além da redução do pH e umidade com o acréscimo da FBL. A adição da FBL também influenciou significativamente as análises de cor e reologia. A partir das análises tecnológicas

(sinérese e CRA) e da análise de textura, constatou-se que a adição da FBL alterou a estrutura do leite fermentado, tornando-o mais firme e coeso, aumentou a viscosidade e reduziu de modo significativo a liberação do soro durante o período de refrigeração. Baseando-se na reologia realizada, todas as formulações de leite fermentado apresentaram comportamento de fluido não newtoniano e pseudoplástico, além de característica tixotrópica. Com a análise de microrganismos, verificou-se que a bebida tem caráter probiótico e que a F2 apresentou maior sobrevivência dos microrganismos vivos ao longo do período de pesquisa. A adição da FBL também influenciou de modo significativo a análise de digestão e a análise de antioxidantes, verificando que as bebidas que receberam da farinha podem ter propriedades terapêuticas e nutracêuticas à saúde humana.

Conclui-se, então, a validação do Upcycling da farinha produzida a partir do bagaço de laranja, bem como a produção de leite fermentado adicionado com essa matéria-prima, se torna uma forma interessante a ser explorada pela indústria agroalimentar no sentido de desenvolver um novo produto alimentício funcional, proporcionando, assim, um alimento que possa satisfazer as expectativas dos consumidores preocupados com a saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDEL-HAMID, M. et al. Bioactive properties of probiotic set-yogurt supplemented with *Siraitia grosvenorii* fruit extract, **Food Chemistry**, v. 303, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125400>.

ABDOLLAHZADEH, S. M.; ZAHEDANI, M. R.; RAHMDEL, S.; HEMMATI, F.; MAZLOOMI, M. Development of *Lactobacillus acidophilus*-fermented milk fortified with date extract. **LWT**, v. 98, p. 577-582, 2018.

ACHARJEE, A.; AFRIN, S. M.; SI, N. Physicochemical, textural, and rheological properties of yoghurt enriched with orange pomace powder. **Journal Food Process Preservation**, v. 45, e15193, p. 1-10, 2020.

AHMAD, I. et al. Fortification of yogurt with bioactive functional foods and ingredients and associated challenges - A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 129, p. 558-580, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.11.003>.

ALVES, P. B. et al. Passion fruit shell flour and rice blends processed into fiber-rich expanded extrudates. *CyTA. Journal of Food*, v. 16, n. 1, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/19476337.2018.1503618>.

AMARAL, S. M. B. et al. Resíduos da laranja na elaboração de produtos alimentícios: Uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, p. e0910615373- e0910615373, 2021.

ANDERSON, R. A. et al. Gelatinization of corn grits by roll-and extrusion-cooking. **Cereal Science Today**, v. 14, n. 1, p. 130-135, 1969.

ANVISA. Cartilha Boas Práticas para Serviços de Alimentação. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 2020.

AOAC. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists: Official Methods of Analysis of AOAC International, 2019.

ARAB, M. et al. A comprehensive review on yogurt syneresis: effect of processing conditions and added additives. **Journal of Food Science and Technology**, v. 60, n. 6; p.1656–1665,2023.

ARAÚJO, K. T. A. Physical-chemical characterization of tropical fruit flour. **Revista brasileira de Agrotecnologia**, v.7, n.2, p. 110-115, 2017.

ARIOUI, F.; SAADA, D. A.; CHERIGUENE, A. Physicochemical and sensory quality of yogurt incorporated with pectin from peel of *Citrus sinensis*. **Food Science & Nutrition**, v. 5, n. 2, p. 358–364, 2017.

ARYANA, K. J.; OLSON, D. W., A 100-Year Review: Yogurt and other cultured dairy products, **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 12, P. 9987-100013, 2017.

ASSEN, A. K. et al. Quality attributes of set yogurt made from lactoperoxidase system activated cow's milk. **Heliyon**, v. 9, n. 7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e17507>.

ASCHEMANN-WITZEL, J. et al. Defining upcycled food: The dual role of upcycling in reducing food loss and waste. **Trends in Food Science and Technology**, v. 132, p. 132-137, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2023.01.001>.

AWUCHI, C. G.; IGWE, V. S.; ECHETA, C. K. The functional properties of foods and flours. **International Journal of Advanced Academic Research**, v. 5, n. 11, p. 1-22, 2019.

BALA, M.; HANDA, S.; MRIDULA, D.; SINGH, R. K. Physicochemical, functional and rheological properties of grass pea (*Lathyrus sativus* L.) flour as influenced by particle size. **Heliyon**, v. 6, p. 1-10, 2020.

BARROS, H.R.M.; FERREIRA, T.A.P.; GENOVESE, M.I. Antioxidant capacity and mineral content of pulp and peel from commercial cultivars of citrus from Brazil. **Food Chemistry**, v. 134, p. 1892–1898, 2012

BAYAR, N.; KRIAA, M.; KAMMOUN, R. Extraction and characterization of three polysaccharides extracted from *Opuntia ficus indica* cladodes. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 92, p. 441–450, 2016.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Bebidas Lácteas. **Diário Oficial da União**, p. 22-23, 2000.

BENNELLI, P. et al. Bioactive extracts of orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) pomace obtained by SFE and low pressure techniques: mathematical modeling and extract composition. **Journal Supercritical Fluids**, v. 55, p. 132–141, 2010.

BEN-OTHMAN, S. et al. (2020). Bioactives From Agri-Food Wastes: Present Insights and Future Challenges. **Molecules**, v. 25, n. 3, p. 510, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules25030510>.

BAN, Q., et al. Physiochemical, rheological, microstructural, and antioxidant properties of yogurt using monk fruit extract as a sweetener. **Journal of Dairy Science**, v. 2, n. 11, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18703>.

CAYRES, C. A.; ASCHERI, J. L. R.; COUTO, M. A. P. G. Evaluation of nutritional characteristics and consumers' acceptance of gluten-free sweet biscuits made from rice-based pregelatinized composite fours containing orange pomace and soy protein isolate. **Applied Sciences**, v. 3, n. 183, p. 1-13, 2021.

CORREA, V. G. et al. Effects of in vitro digestion and in vitro colonic fermentation on stability and functional properties of yerba mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) beverages. **Food Chemistry**, v. 237, p. 453–460, 2017.

CODEX ALIMENTARIUS. Codex Standard for Fermented Milks, 2003.

CUI, B. et al. Effect of cross-linked acetylated starch content on the structure and stability of set yoghurt. **Food Hydrocolloids**, 35, 576–582, 2014.

CHYLIŃSKA, M., et al. Study on dietary fibre by Fourier transform-infrared spectroscopy and chemometric methods. **Food Chemistry**, v. 196, p. 114-122, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.029>.

CHEN, B. et al. Incorporation of modified okara-derived insoluble soybean fiber into set-type yogurt: Structural architecture, rheological properties and moisture stability. **Food Hydrocolloids**, v. 137, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108413>.

CLEMENTE, E. et al. Características da farinha de resíduos do processamento de laranja. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v.14, n.2, p.257-269, 2012.

DEMIRKOL, M.; TARAKCI, Z. Effect of grape (*Vitis labrusca* L.) pomace dried by different methods on physicochemical, microbiological and bioactive properties of yoghurt. **LWT**, v. 97, p. 770-777, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.058>.

DU, H. et al. Effects of mulberry pomace on physicochemical and textural properties of stirred-type flavored yogurt. **Journal of Dairy Science**, v. 104, p. 12403-12414, 2021

ELLIS, A. L. et al. The effect of sugars on agar fluid gels and the stabilisation of their foams. **Food Hydrocolloids**, v. 87, p. 371-381, 2019.

EMBRAPA. Brasil em 50 Alimentos. Brasília, DF, 2023.

ESPINOSA-PARDO, F. A. et al. Extraction of phenolic compounds from dry and fermented orange pomace using supercritical CO₂ and cosolvents. **Food and Bioprocess Processing**, v. 101, p. 1-10, 2017.

ERKAYA-KOTAN, T. In vitro angiotensin converting enzyme (ACE)-inhibitory and antioxidant activity of probiotic yogurt incorporated with orange fibre during storage. **Journal Food Science Technology**, v. 57, n. 6, p.2343–2353, 2020.

FERREIRA, M. D.; SPRICIGO, P. C. Colorimetria: princípios e aplicações na agricultura. **EMBRAPA**. 2017.

FAO/WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Repurposing food and agricultural policies to make healthy diets more affordable. 2022. DOI: <https://doi.org/10.4060/cc0639en>

FORTES, R. R. et al. Physical and chemical characterization of rice flour, pineapple and banana peel flour and pumpkin seed flour. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i9.7293.

GOMES, R. G.; PENNA, A. L. B. Características reológicas e sensoriais de bebidas lácteas funcionais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 629-646, 2009.

GUTIÉRREZ BARRUTIA, M.B. et al. New functional ingredient from orange juice byproduct through a green extraction method. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, p. 1–8, 2019.

HAFSA, J. et al. Functional properties of chitosan derivatives obtained through Maillard reaction: A novel promising food preservative, **Food Chemistry**, v. 349, 129072, 2021.

HARTE, F. et al. Low-fat set yogurt made from milk subjected to combinations of high hydrostatic pressure and thermal processing. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1074-1082, 2003.

HASEGAWA, Y; BOLLING, B. W. Yogurt consumption for improving immune health. **Current Opinion in Food Science**, v. 51, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101017>.

HASSAN, O. A. et al. Oil-palm fronds as a roughage feed source for ruminants in Malaysia. Extension Bulletin - ASPAC, **Food & Fertilizer Technology Center**, p. 8, 1996.

HERNÁNDEZ-CARRANZA, P. et al. Optimization of antioxidant compounds extraction from fruit by-products: Apple pomace, Orange and banana peel, **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 40, p. 103–11, 2016.

HUSSAIN, S., et al. Rheological, textural, and sensory properties of non-fat yogurt containing cress (*Lepidium sativum*) seed gum and various starches. **Food Science and Technology**, v. 42, e30121, p. 1-11, 2022

IDF. Detection and enumeration of *Lactobacillus acidophilus*. **Bulletin of the International Dairy Federation**, n. 306, p. 23-33, 1999.

JASTER, H. et al. Enhancement of antioxidant activity and physicochemical properties of yogurt enriched with concentrated strawberry pulp obtained by block freeze concentration. **Food Research International**, v. 104, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.006>.

KIESERLING, K. et al. Impact of pectin-rich orange fibre on gel characteristics and sensory properties in lactic acid fermented yoghurt. **Food Hydrocolloids**, v. 94, p. 152-163, 2019.

KNIESE, J. et al. Classification of cereal flour species using Raman spectroscopy in combination with spectra quality control and multivariate statistical analysis. **Journal of Cereal Science**, v. 101, p. 103299, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103299>.

KLOSOK, K. et al. Effects of Physical and Chemical Factors on the Structure of Gluten, Gliadins and Glutenins as Studied with Spectroscopic Methods. **Molecules**, v. 26, p. 508, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26020508>

LI, E. et al. Importance of amylose chain-length distribution in determining starch gelatinization and retrogradation property of wheat flour in the presence of different salts. **Carbohydrate Polymers**, v. 308, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.120648>.

LI, Q.; PUTRA, N. R.; RIZKIYAH, D. N.; AZIZ, A. H. A.; IRIANTO, I.; QOMARIYAH, L., Orange Pomace and Peel Extraction Processes towards Sustainable Utilization: A Short Review, **Journal Molecules**, v. 28, n. 8, p. 1-18, 2023.

LI, C. et al. Probiotics, prebiotics, and synbiotics regulate the intestinal microbiota differentially and restore the relative abundance of specific gut microorganisms. **Journal of Dairy Science**, v. 103, n. 7, p. 5816-5829, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2019-18003>.

LIU, J.; NAKAMURA, A.; CORREDIG, M. Addition of pectin and soy soluble polysaccharide affects the particle size distribution of casein suspensions prepared from acidified skim milk. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 17, p. 6241-6246, 2006.

MACHADO, P. G. et al. Guabijú (*Myrcianthes pungens*): A comprehensive evaluation of anthocyanins and free, esterified, glycosylated, and insoluble phenolic compounds in its peel, pulp, and seeds. **Food Chemistry**, v. 432, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137296>.

MARY, P. R. et al. Non-enzymatically hydrolyzed guar gum and orange peel fibre together stabilize the low-fat, set-type yogurt: A techno-functional study. **Food Hydrocolloids**, v. 122, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107100>.

MATHIAS, T. R. S., et al., Rheological evaluation of different commercial yoghurts. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 1, p. 12-20, 2013.

MOSHTAGHIAN, H. et al. Challenges for Upcycled Foods: Definition, Inclusion in the Food Waste Management Hierarchy and Public Acceptability. **Foods**. 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112874>.

MOUSAVI, M. et al. Optimization of the viability of *Lactobacillus acidophilus* and physico-chemical, textural and sensorial characteristics of flaxseed-enriched stirred probiotic yogurt by using response surface methodology. **LWT - Food Science Technology**, v. 102, 2019.

MATOS, F. R. M. et al. Innovative methodological approach using CIELab and dye screening for chemometric classification and HPLC for the confirmation of dyes in cassava flour: A contribution to product quality control. **Food Chemistry**, v. 365, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130446>.

MEDINA, L. et al. Effects of carao (*Cassia grandis* L.) on physico-chemical, microbiological and rheological characteristics of yogurt. **LWT**, v. 183, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114891>.

MEZENES FILHO, A. C. P. et al. Avaliação dos parâmetros físico-químicos e tecnológicos da farinha produzida a partir dos resíduos da agroindústria de laranja e melancia. **Agrarian**, v.12, n.45, p.399-410, 2019.

MOURA, S. C. S. R. et al. Stability of Hibiscus Extract Encapsulated by Ionic Gelation Incorporated in Yogurt. **Food and Bioprocess Technology**, v. 12, p. 1500–1515, 2019.

MONTEIRO, G. C. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacity of grape pomace flours. **LWT**, v. 135, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110053>.

NAZIR, M. et al. Opportunities and challenges for functional and medicinal beverages: Current and future trends. **Trends in Food Science and Technology**, v. 88, p. 513-526, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.04.011>.

ODUNTAN, A.; ARUEYA, G., Evaluation of antioxidant and functional properties of orange pomace-based food, **Croatian Journal of Food Science and Technology**, v. 14, n. 2, p. 1-10, 2022.

OLIVEIRA, P. M. L. et al. Juá fruit (*Ziziphus joazeiro*) from Caatinga: a source of dietary fiber and bioaccessible flavanols. **Food Research International**, v. 129, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108745.

OLIVEIRA, M. G. et al. Avaliação da atividade antioxidante da *Bauhinia splendens* pelo método DPPH. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 112714-112725, 2021.

OLIVEIRA, E. N. A. et al. Influence of mango pulp and sucrose contents on the technological properties of solid preparations (freeze-dried) for yoghurt. **Applied Food Research**, v. 3, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2023.100295>.

O'SHREA, N.; ARENDT, E. K.; GALLAGHER, E. Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 16, p. 1-10, 2015.

PANG, G. J. et al. Effects of wheat flour granulometry on the physicochemical properties of flour and on the quality of steamed bread. **Food Science and Nutrition**, v. 9, p. 4691 – 4700, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2008>

PORTE, A. et al. Propriedades funcionais tecnológicas das farinhas de sementes de mamão (*Caricacpapaya*) e de abóbora (*Curcubita* sp.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 1, p. 91-96, 2011.

PIERPOINT, W.S. The Extraction of Enzymes from Plant Tissues Rich in Phenolic Compounds: In Protein Purification Protocols. **Humana Press**, p. 65-74, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1385/1-59259-655-X:65>.

PULIDO. R., BRAVO. L., SAURA-CALIXTO. F. Antioxidant activity of dietary polyphenols as determined by a modified ferric reducing/antioxidant power assay. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 48, n. 8, p. 3396-3402. 2000.

RADOVCIC, N. M. et al. Effect of citric acid addition on functional properties of pasteurized liquid whole eggs. **Journal of Food Science and Technology**, v. 58, p. 985-995, 2021.

RAMOS, R. V. R. et al. Sustentabilidade: utilização de vegetais na forma integral ou de partes alimentícias não convencionais para elaboração de farinhas. **DEMETRA: Alimentação, Nutrição e Saúde**, v. 15, p. 42765, 2020. DOI: <https://doi.org/10.12957/demetra.2020.42765>.

RESENDE, L. M. et al. Buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.) fruit by-products flours: Evaluation as source of dietary fibers and natural antioxidants. *Food Chemistry*, v. 270, p. 53-60, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.07.079>.

ROMANO, R. et al. Bioactive compounds extracted by liquid and supercritical carbon dioxide from citrus peels. **International Journal of Food Science and Technology** v. 57, p. 3826–3837, 2022.

SANTOS, R.O. et al. Prebiotic flours in dairy food processing: technological and sensory implications. **International Journal Dairy Technology**, v. 71, p.1–10, 2018

SANTANA, G. S. et al. Características tecnológicas de farinhas vegetais comerciais. **Journal of Neotropical Agriculture Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 88-95, 2017.

SANTOS, I. F.; ELLENA, E. A. Iogurte grego adicionado de fibras. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente**, v. 2, n. 2, 2021.

SENDRA, E. et al. Viscoelastic properties of orange fiber enriched yogurt as a function of fiber dose, size and thermal treatment. **LWT – Food Science Technology**, v. 43, p. 708–714, 2010.

SILVA, I. G. et al. Elaboration and sensory analysis of cookies made from avocado lump flour. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.20918>.

SOFYAN, A. et al. The effect of suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) flour and incubation temperature on characteristics of yogurt with the addition of *Bifidobacterium bifidum* as probiotic. **Materials Today: Proceedings**, v. 63, n. 1, p. S507-S512, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.538>.

SORDI, M. et al. Rheological behavior and labels of texture-modified foods and thickened fluids as used for dysphasia's services. **Revista CEFAC**, v. 14, n. 5, p. 925-932, 2012. DOI: [10.1590/s1516-18462011005000145](https://doi.org/10.1590/s1516-18462011005000145)

SHAHIDI, F.; HAN, X. Q.; SYMWIECKI, J. Production and characteristics of protein Hydrolysates from capelin (*Mallotus villosus*). **Food Chemistry**, v. 53, n. 3, p. 285– 293, 1995.

SANTOS, D.E.L. et al. Desenvolvimento de iogurte tipo grego de banana com calda de açaí. **Revista Científica Multidisciplinar**, v. 3, n7, 2022. DOI: <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i7.1730>.

SERT, D. et al. Impact of high-pressure homogenisation of milk on physicochemical, microbiological, and textural characteristics of sheep milk yoghurt. **International Dairy Journal**, v. 144, p. 105704, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2023.105704>.

TORBICA, A. et al. Insight in changes in starch and proteins molecular structure of non-wheat cereal flours influenced by roasting and extrusion treatments. **Food Hydrocolloids**, v. 140, p. 108591, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108591>.

TOSIF, M. M., et al. Review A Comprehensive Review on Plant-Derived Mucilage: Characterization, Functional Properties, Applications, and Its Utilization for Nanocarrier Fabrication. **Polymers**, v. 13, n. 7, p. 1-24, 2021.

THAIPONG, K. et al. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidante activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, 19, 669–675, 2006.

TRIGUEROS, L. et al. Antioxidant activity and interactions protein-poliphenol in a pomegranate (*Punica grantum* L.) yogurt. **Jornal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 62, p. 6417-6425. 2014. DOI: doi.org/10.1021/jf501503h

VÉNICA, C. I. et al. Impact of protein-providing milk ingredients on volatile compounds, microstructure, microbiology and physicochemical characteristics of yogurts. **Food Bioscience**, v. 53, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102588>.

VIEIRA, L. M. et al. Methodological approaches to tackling food waste: Moving the agenda forward. **Revista de Administração de Empresas**, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210509>.

XU, X. et al. Effects of different probiotic fermentations on the quality, soy isoflavone and equol content of soy protein yogurt made from soy whey and soy embryo powder. **LWT-Food Science and Tecnology**, v. 157, p. 113096, 2022.

WANG, X; KRISTO, E.; LAPOINTE, G. Adding apple pomace as a functional ingredient in stirred-type yogurt and yogurt drinks. **Food Hydrocolloids**, v. 100, p. 1-10, 2020

WU, J. et al. Effect of protein-glutaminase on the texture, rheology, microstructure and sensory properties of skimmed set-type yoghurt. **Food Chemistry**, v. 429, p. 136831, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.136831>.

YAMAMOTO, R. W. et al. Effect of fumaric acid on the growth of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* during yogurt fermentation. **Journal of Dairy Science**, v. 104, n. 9, p. 9617-9626, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2021-20173>.