

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**ANA LETICIA BACK**

**APLICAÇÃO DE CARBOIDRATOS EXTRAÍDOS DE FARELO DE ARROZ  
DESENGORDURADO COMO FONTE DE PREBIÓTICO EM IOGURTE  
PROBIÓTICO**

**MEDIANEIRA**

**2022**

**ANA LETICIA BACK**

**APLICAÇÃO DE CARBOIDRATO EXTRAÍDO DE FARELO DE ARROZ  
DESENGORDURADO COMO FONTE DE PREBIÓTICO EM IOGURTE  
PROBIÓTICO**

**Application of carbohydrate extracted from degreased rice bran as a source of  
prebiotics in probiotic yoghurt**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador (a): Dra. Deisy Alessandra Drunkler.

Coorientador (a): Dra Eliane Colla.

**MEDIANEIRA**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**ANA LETICIA BACK**

**APLICAÇÃO DE CARBOIDRATOS EXTRAÍDOS DE FARELO DE ARROZ  
DESENGORDURADO COMO FONTE DE PREBIÓTICO EM IOGURTE  
PROBIÓTICO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 26/novembro/2022

---

Deisy Alessandra Drunkler  
Doutorado em Tecnologia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Brasil.

---

Eliane Colla  
Doutorado em Engenharia de Alimentos Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Brasil.

---

Eliana Maria Baldissera  
Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Brasil.

---

William Arthur Philip L Naidoo Terroso de Mendonça Brandão Doutorado  
em Engenharia Agrícola  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Brasil.

**MEDIANEIRA**

**2022**

Dedico este trabalho à minha família, por  
todo o apoio que deles recebi.

## **AGRADECIMENTOS**

Quero nestes parágrafos expressar minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão da minha graduação e realização deste trabalho.

Agradeço a Deus, peça essencial de todas as minhas batalhas e conquistas!

Agradeço, de forma especial, a toda minha família: minha mãe que nunca mediu esforços para me ajudar, meu pai que sempre me incentivou a continuar, minhas irmãs pelos conselhos sábios de sempre, meus cunhados por toda a ajuda e meus sobrinhos por serem a alegria dos meus dias.

Ao meu namorado que acompanhou todas as fases desta jornada, obrigada pelo apoio, pela paciência, por me incentivar e por acreditar em mim.

À minha orientadora Profa. Dra. Deisy A. Drunkler, por todo conhecimento compartilhado e pela paciência frente às dificuldades, e à minha e co-orientadora Profa. Dra. Eliane Colla. Agradeço a oportunidade de ser orientada por professoras tão especiais como vocês!

À CEANMED – Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Medianeira, Paraná, Brasil, pelos ensaios realizados.

À IRGOVEL - Indústria Riograndense de Óleos Vegetais (Pelotas/RS) pela doação da biomassa de farelo de arroz desengordurado.

Agradeço a todos que fazem parte da minha vida e que me auxiliaram na conclusão de mais uma de muitas etapas que virão. Obrigada!

## RESUMO

Visando utilizar um resíduo da produção do arroz e também de desenvolver um produto com propriedades funcionais, este trabalho teve como objetivo elaborar um iogurte simbiótico a partir da utilização de cultura probiótica de *Lactobacillus acidophilus* e de carboidratos extraídos do farelo de arroz desengordurado como ingrediente prebiótico. Foram elaboradas três formulações de iogurte, todas contendo microrganismo probiótico: uma utilizando carboidrato extraído do farelo de arroz desengordurado (FFAD) como potencial prebiótico, um controle positivo utilizando inulina como prebiótico (FI) e um controle negativo sem prebiótico (FP). As formulações elaboradas foram submetidas a análise para determinação da composição centesimal (umidade, cinzas, lipídios, proteínas) e propriedades físico-químicas (pH e acidez em ácido láctico), sinérese, análise instrumental de cor e atividade de água. Para acompanhar o desenvolvimento e a viabilidade do microrganismo probiótico foi realizada contagem da cultura probiótica e análise de digestibilidade in vitro com 0, 15 e 30 dias de armazenamento dos iogurtes. Foram realizadas análises microbiológicas a fim de confirmar a segurança microbiológica para posterior realização da análise sensorial. As análises para composição centesimal e propriedades físico-químicas e sinérese não apresentaram diferença significativa entre as amostras, o que indica que a aplicação dos prebióticos não interfere nas características avaliadas. Para a análise instrumental de cor os resultados obtidos indicam que a adição da inulina aumenta a luminosidade enquanto o FAD resultou em uma diminuição significativa deste parâmetro. Referente a contagem de microrganismos probióticos viáveis no decorrer do tempo de incubação e resistentes ao processo de digestão in vitro, o FFAD apresentou contagem dentro do limite mínimo indicado na literatura para consumo de alimentos probióticos, apresentando resultados satisfatórios frente aos demais testes, auxiliando no desenvolvimento e na resistência do microrganismo. As análises microbiológicas permitiram a realização da análise sensorial que, através da análise estatística, apresentou diferença entre os tratamentos para os atributos cremosidade, sabor, acidez e impressão global. A formulação padrão apresentou maior média para estes atributos, assim como para intenção de compra, onde a FFAD apresentou diferença significativa da formulação padrão, porém não diferiu da formulação contendo inulina. Com isso, o FAD apresenta-se como um potencial prebiótico que pode ser utilizado na produção de iogurtes sem alterar suas características físicas, auxiliando no desenvolvimento do microrganismo probiótico. E, assim, fornece uma alternativa para utilização de um resíduo da produção de arroz com valor agregado.

**Palavras-chave:** carboidratos; farelo de arroz; iogurte; probióticos.

## ABSTRACT

Aiming to use a residue from rice production and develop a product with functional properties, this work intended to elaborate a symbiotic yogurt from using a probiotic culture of *Lactobacillus acidophilus* and carbohydrates extracted from defatted rice bran as a prebiotic ingredient. Three yogurt formulations were prepared, all containing probiotic microorganisms: one using carbohydrates extracted from defatted rice bran (FFAD) as a potential prebiotic, a positive control using inulin as prebiotic (FI), and a negative control without prebiotic (FP). The elaborated formulations were submitted for analysis to determine the centesimal composition (moisture, ash, lipids, proteins) and physical-chemical properties (pH and acidity in lactic acid), syneresis, and instrumental analysis of color and water activity. To monitor the development and viability of the probiotic microorganism, the probiotic culture was counted, and the in vitro digestibility analysis was performed at 0, 15, and 30 days of yogurt storage. Microbiological analyses were carried out to confirm the microbiological safety for subsequent sensory analysis. Analyzes for centesimal composition and physical-chemical properties and syneresis did not show a significant difference between the samples, indicating that the prebiotics does not interfere with the evaluated characteristics. For the instrumental analysis of color, the results indicate that the addition of inulin increases the luminosity while the FAD significantly decreases this parameter. Regarding the count of viable probiotic microorganisms during the incubation time and resistance to the in the vitro digestion process, the FFAD showed a count within the minimum limit indicated in the literature for the consumption of probiotic foods, showing satisfactory results compared to the other tests, helping in the development and resistance of the microorganism. The microbiological analyses allowed the performance of the sensory analysis, which, through statistical analysis, showed a difference between the treatments for the creaminess, flavor, acidity, and overall impression. The standard formulation showed a higher average for these attributes and purchase intention, where the FFAD showed a significant difference from the standard formulation but did not differ from the formulation containing inulin. Thus, FAD presents itself as a potential prebiotic that can be used in the production of yogurt without changing its physical characteristics, helping develop the probiotic microorganism. And thus, it provides an alternative for the use of waste from rice production with added value.

**Keywords:** carbohydrates; rice bran; yogurt; probiotics.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FAD	Farelo de Arroz Desengordurado
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
UFC	Unidades Formadoras de Colônia
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
FP	Formulação Padrão
FI	Formulação com Inulina
FFAD	Formulação com Carboidratos do Farelo de Arroz Desengordurado



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
2	OBJETIVOS.....	13
2.1	Objetivo geral .....	13
2.2	Objetivos Específicos .....	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1	Arroz.....	14
2.2	Produtos alimentícios simbióticos.....	15
2.3	Leites fermentados simbióticos .....	16
3	MATERIAIS E MÉTODOS .....	18
3.1	Matérias primas, microrganismos e reagentes .....	18
3.2	Extração de carboidratos do FAD .....	18
3.3	Determinação da composição centesimal e propriedades físico-químicas do leite .....	18
3.4	Elaboração do iogurte e estratégia experimental .....	19
3.5	Acompanhamento do pH e acidez titulável durante a fermentação .....	20
3.6	Composição centesimal e propriedades físico-químicas das diferentes formulações de iogurte simbiótico e controle negativo .....	20
3.7	Análise de sinérese, cor e atividade de água .....	20
3.8	Análises microbiológicas .....	21
3.9	Avaliação da sobrevivência do <i>L. acidophilus</i> LA-5 do iogurte nos fluidos gástrico e intestinal simulados (FGIS) .....	21
3.10	Análise sensorial.....	22
3.11	Análise estatística .....	23
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	24
4.1	Análises químicas e físico químicas da matéria-prima empregada na elaboração das diferentes formulações de iogurte .....	24
4.2	Análise de pH e Acidez titulável durante a fermentação.....	24
4.3	Análise de composição centesimal e propriedades físico-químicas das diferentes formulações de iogurte .....	25
4.4	Análise de sinérese, cor e atividade de água .....	27
4.5	Sobrevivência do microrganismo probiótico .....	28
4.6	Sobrevivência do microrganismo probiótico frente a digestibilidade em modelo in vitro .....	29
4.7	Análise microbiológica .....	33

<b>4.8</b>	<b>Análise sensorial.....</b>	<b>34</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSAO .....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A busca por estilos de vida mais saudáveis tem ganhado evidência nos últimos anos, principalmente com o aumento da expectativa de vida da população, com isso o ramo de alimentos funcionais tem chamado a atenção dos consumidores (SAAD, 2006). Dentre os alimentos funcionais, destacam-se os probióticos, prebióticos e simbióticos, por estimularem o desenvolvimento da microbiota intestinal, maximizando funções fisiológicas do indivíduo, aumentando a resposta imune do organismo e a resistência contra patógenos (FONTELES; RODRIGUES, 2018; TONINI; VAZ; MAZUR, 2020).

Dentre os produtos alimentícios, o iogurte destaca-se como excelente matriz alimentar para a veiculação de ingredientes com propriedades funcionais, como prebióticos e probióticos, conferindo efeitos benéficos ao consumidor quando os microrganismos probióticos mantêm-se viáveis, ativos e em determinada concentração durante a vida útil do produto (HASHEMI; HOSSEINI, 2021).

Somada a esta tendência de alimentação saudável, a preocupação com o reaproveitamento de resíduos sólidos gerados pela indústria de alimentos tem crescido nos últimos anos, buscando-se novas aplicações para cascas, caroços e bagaços reaproveitáveis que possuem quantidades significativas de proteínas, fibras, vitaminas e outros componentes nutricionais (MARADINI FILHO *et al.*, 2020). Do beneficiamento do arroz, que é o segundo cereal mais cultivado no mundo, resulta como subproduto o farelo de arroz, que apresenta benefícios nutricionais, mas ainda é pouco utilizado na área de alimentos; seus principais destinos são para alimentação animal ou cama e forragem para animais (COÊLHO, 2021; FIDRIYANTO *et al.*, 2020).

O farelo de arroz representa 6 a 12% do peso total e é composto pela parte externa do grão (SPAGGIARI *et al.*, 2021). Em sua composição, apresenta altos teores de carboidratos, lipídios, fibras e vitaminas, o que o torna um subproduto com propriedades nutricionais, mas pouco utilizado na indústria de alimentos por sofrer rancificação rapidamente (WU *et al.*, 2020). Após a extração do óleo, este farelo de arroz desengordurado (FAD) pode ser aplicado na indústria de alimentos e fármacos (SPAGGIARI *et al.*, 2021; WU *et al.*, 2020).

Dentre os carboidratos constituintes do FAD, há uma grande concentração destes não digeríveis que compreendem os oligossacarídeos, polissacarídeos e amido resistente (SPAGGIARI *et al.*, 2021).

Estes carboidratos são extraídos, tradicionalmente, através de métodos de extração sólido-líquido e extração líquido-líquido (MENA-GARCÍA *et al.*, 2019). Uma das técnicas de extração utilizada é o tratamento hidrotérmico, técnica de baixo custo e ecológica, uma vez que utiliza água como principal reagente e não utiliza produtos químicos ou catalizadores no processo, o que dispensa o tratamento do resíduo da extração (CANO *et al.*, 2020). Esta técnica de extração foi estudada e otimizada por Ferreira (2018), apresentando rendimento de 75,04% de extração dos carboidratos, apresentando assim uma técnica eficiente e viável, tanto financeiramente quanto ecologicamente.

Trabalhos têm associado a presença dos carboidratos extraídos do FAD e o desenvolvimento de microrganismos benéficos, assim como inibição de microrganismos maléficos (GHIMIRE *et al.*, 2020; SAMAN *et al.*, 2019). Porém, estes estudos são realizados com o produto isolado sem aplicação em alimentos. Devido às características apresentadas, poderiam ser denominados de prebióticos, ou seja, resistente a digestão e seletivamente fermentado por microrganismos benéficos do organismo (conhecidos como probióticos) ao mesmo tempo inibindo a multiplicação de microrganismos patogênicos (DAVANI-DAVARI *et al.*, 2019), conferindo benefícios à saúde (SAMAN *et al.*, 2019; GIBSON *et al.*, 2017).

Segundo Antunes *et al.* (2023) carboidratos obtidos do FAD demonstram resistência as condições gastrointestinais simuladas, são capazes de estimular bactérias benéficas e limitar microrganismos entéricos, servindo de fonte de açúcar para o desenvolvimento das cepas probióticas durante o tempo de cultivo, o que indica ser uma fonte potencial de prebióticos.

Através dos resultados obtidos por Ferreira (2018) e por Antunes *et al.* (2023) nota-se que os carboidratos extraídos do farelo de arroz desengordurado apresentam potencial para utilização em produtos alimentícios. Portanto, o objetivo desse trabalho é produzir um iogurte simbiótico, utilizando carboidratos extraídos do FAD como fonte de prebiótico e cultura de *Lactobacillus acidophilus* como probióticos, afim de desenvolver um produto funcional como forma de aproveitamento para o subproduto da produção de arroz.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Desenvolver iogurte simbiótico, utilizando carboidrato extraído do farelo de arroz desengordurado como fonte de prebiótico e o microrganismo *Lactobacillus acidophilus* como probiótico.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a composição centesimal (umidade, proteína, lipídios e cinzas) e propriedades físico-químicas (acidez em ácido láctico e pH) da matéria-prima (leite com teor de sólidos corrigidos para 12% m/v) empregado na elaboração das diferentes formulações de iogurte;
- Elaborar iogurte simbiótico mediante adição de *Lactobacillus acidophilus*, *L. acidophilus* e inulina (controle positivo) ou *L. acidophilus* e carboidratos extraídos do farelo de arroz desengordurado;
- Acompanhar o desenvolvimento do pH e da acidez titulável em ácido láctico durante o processo fermentativo;
- Determinar a composição centesimal (umidade, proteína, lipídios, cinzas e carboidratos) e as propriedades físico-químicas (acidez em ácido láctico e pH) das diferentes formulações de iogurte elaboradas;
- Avaliar a sinérese das diferentes formulações;
- Analisar instrumentalmente a cor dos produtos elaborados;
- Avaliar a qualidade microbiológica das diferentes formulações de iogurte elaboradas;
- Enumerar os microrganismos probióticos durante a vida útil das diferentes formulações de iogurte elaboradas;
- Avaliar o impacto da digestibilidade em modelo in vitro sobre a viabilidade do *L. acidophilus*;
- Avaliar a aceitabilidade sensorial do iogurte simbiótico.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Arroz

O arroz (*Oryza sativa* L.) está entre os cereais mais cultivados no mundo por ser base da alimentação de mais da metade da população mundial na forma de grão inteiros, principalmente o arroz integral, branco e parboilizado (FIDRIYANTO *et al.*, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2020). No Brasil, o consumo médio de arroz per capita é de 33,96 kg por ano (COÊLHO, 2021).

Ao descascar o grão de arroz obtém-se o arroz integral, que pode ser polido para se produzir o arroz branco que é composto apenas pelo endosperma do grão, ou então, este arroz pode seguir para um processo hidrotérmico para se obter o arroz parboilizado (OLIVEIRA *et al.*, 2020). Da etapa de beneficiamento e classificação do arroz, são gerados resíduos que representam cerca de 40% do peso do grão in natura (BODIE *et al.*, 2019).

Entre os subprodutos da produção de arroz tem-se as cascas, farelos e grãos quebrados que são usados principalmente para alimentação animal, produção de energia e óleos não comestíveis; porém, uma grande quantidade ainda é desprezada (BODIE *et al.*, 2019; FIDRIYANTO *et al.*, 2020). O farelo de arroz apresenta teores significativos de carboidratos, fibras e lipídios, o que o torna um subproduto com excelentes benefícios nutricionais e perspectivas de aplicação (BODIE *et al.*, 2019). Devido seu alto teor de lipídios, o farelo de arroz se torna sensível a oxidação lipídica, sofrendo deterioração pela ação das enzimas hidrolíticas e oxidativas como a lipase e lipoxigenase (SPAGGIARI *et al.*, 2021; WU *et al.*, 2020).

Após o processo para extração de óleo, tem-se como resíduo o farelo de arroz desengordurado como maior probabilidade de utilização em alimentos para consumo humano (WU *et al.*, 2020). Os principais constituintes do FAD são os carboidratos, que compreendem oligossacarídeos, polissacarídeos não amiláceos e amido resistente (SPAGGIARI *et al.*, 2021).

Segundo Ferreira (2018) e Hansawasdi e Kurdi (2017) os principais açúcares presentes no FAD são glicose, estaquiose e arabiose. A estaquiose é um tetrassacarídeo encontrado naturalmente em plantas e vegetais, considerado como

um oligossacarídeo funcional com capacidade de promover a modulação da microbiota intestinal (ZHAO, *et al.*, 2021).

Os oligossacarídeos funcionais têm sido amplamente estudados por proporcionarem alterações benéficas no organismo como aumento do sistema imune (PLAZA-DÍAZ *et al.*, 2018), estímulos a microbiota intestinal (WANG *et al.*, 2021) e regulação das funções intestinais (SU *et al.*, 2019).

A extração de carboidratos é tradicionalmente associada ao uso de altas temperaturas, longos tempos de extração e baixa eficiência, entretanto novas técnicas de extração vêm surgindo para aperfeiçoar esse processo (MENA-GARCÍA *et al.*, 2019). As técnicas de extração assistida por ultrassom (MACHADO *et al.*, 2015), tratamento hidrotérmico (KURDI; HANSAWASDI, 2015), filtração por membranas (WANG; YU, 2021), extração por fluido supercrítico (BARBOSA *et al.*, 2020), dentre outros exemplos, mostram recuperação de oligossacarídeos e polissacarídeos.

O tratamento hidrotérmico é um método de extração por meio da utilização de água sob elevada pressão e temperatura (RICO *et al.*, 2020). Neste método, através do processo de autoionização da água ocorre a acidificação do meio e os íons hidrônios atuam como catalisador ácido, promovendo a solubilização e despolimerização dos polissacarídeos por hidrólise (RICO *et al.*, 2020).

O tratamento hidrotérmico, também chamado de auto hidrólise, é um método viável para extração de oligossacarídeos, uma vez que com o ajuste das principais variáveis, tempo e temperatura, permite obter um produto de alto rendimento (CANO *et al.*, 2020). O estudo realizado por Ferreira (2018) apresenta que a otimização do processo hidrotérmico de extração resultou na extração de 0,46 g de CHO.g<sup>-1</sup> de FAD, o que representa rendimento 75,04%.

## **2.2 Produtos alimentícios simbióticos**

Os simbióticos são produtos que possuem em sua composição um ou mais microrganismos probióticos combinados com a adição de um ou mais ingredientes prebióticos, de forma a garantir a sobrevivência dos microrganismos probióticos no alimento e nas condições do meio gástrico (FLESCH; POZIOMYCK; DAMIN, 2014).

Ingredientes conhecidos como prebióticos são em maior número carboidratos não digeríveis no trato digestório humano e que auxiliam na proliferação da microbiota intestinal, sendo fermentado pelos microrganismos benéficos, auxiliando em seu

crescimento e metabolismo, conferindo alterações positivas no organismo consumidor (DAVANI-DAVARI *et al.*, 2019; DIAS *et al.*, 2021).

Dentre os benefícios associados ao uso de prebióticos os principais são a inibição da multiplicação e atividade dos microrganismos patogênicos e estímulo da atividade de microrganismos desejáveis (SAAD, 2006), melhoras na saúde metabólica, na absorção de minerais e aumento da resposta imune do organismo (GIBSON *et al.*, 2017).

Os probióticos são, por definição, microrganismos vivos que conferem benefícios a saúde do hospedeiro, quando administrados diariamente na quantidade e de forma adequada (HILL, *et al.*, 2014). Dentre os benefícios relacionados a sua utilização, destaca-se o aumento da resposta imune do organismo, resistência gastrointestinal contra patógenos (TONINI; VAZ; MAZUR, 2020), alterações físico-químicas do colón (FLESCHE; POZIOMYCK; DAMIN, 2014), aumento da absorção de minerais e ainda reforça mecanismos naturais de defesa do organismo (SAAD, 2006).

Os microrganismos de maior evidência já reconhecidos e identificados como probiótico são os *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus* e outros bacilos (DIAS *et al.*, 2021; FLESCHE; POZIOMYCK; DAMIN, 2014). Das espécies de *Lactobacillus* predominantes, os mais utilizados são *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* e *Lactobacillus acidophilus*, bactérias gram-positivas e anaeróbicas facultativas (FLESCHE; POZIOMYCK; DAMIN, 2014).

Com isso, o uso de produtos simbióticos promove o aumento de bactérias benéficas, controle glicêmico, proporcionando a ação conjunta de probióticos e prebióticos, classificados como alimentos funcionais que aumentam a sobrevivência dos probióticos durante a passagem pelo trato digestório, pela disponibilidade de seus substratos durante o período de fermentação (FLESCHE; POZIOMYCK; DAMIN, 2014).

### **2.3 Leites fermentados simbióticos**

Entende-se por leite fermentado o produto obtido por coagulação e redução do pH do leite, por fermentação láctica pela ação de microrganismos específicos, que devem estar ativos, viáveis e abundantes no produto durante todo seu prazo de validade (BRASIL, 2007). Dentre os leites fermentados, o mais consumido e amplamente disseminado no mercado é o iogurte, que pode ser definido como “produtos obtidos da fermentação do leite pela cultura inicial composta por



*Streptococcus* e *Lactobacillus*, podendo ser adicionados de microrganismos probióticos” (BRASIL, 2007). Suas características físico-químicas dependem de fatores relacionados ao seu processamento e matérias-primas (PEREIRA; PEREIRA; BOLINI, 2021).

O consumo frequente de iogurte está associado aos efeitos benéficos para a manutenção da saúde, atribuídos principalmente às bactérias ácido lácticas presentes no produto e que apresentam propriedades terapêuticas (ALVES *et al.*, 2009). Entre os benefícios do consumo de iogurte, pode-se citar o auxílio na ação de proteínas e enzimas digestivas do organismo humano, na absorção de cálcio, fósforo e ferro, além de ser uma alternativa para o consumo indireto de leite (FERREIRA, 2012).

Dentre os produtos lácteos, os iogurtes são os mais utilizados para incorporar componentes funcionais em sua composição, como probióticos, prebióticos e ingredientes substitutos para o açúcar (COSTA, 2020).

Para afirmar o benefício para o consumidor, os microrganismos probióticos devem permanecer viáveis ao longo de toda a vida útil do produto e sobreviver as condições do sistema digestório, as concentrações dependem da linhagem do probiótico (BRASI, 2018), mas existe um consenso de que concentrações entre  $10^6$  e  $10^7$  UFC.g<sup>-1</sup> ou mL<sup>-1</sup> de prebióticos são suficientes para promover efeito probiótico (BRAUN, 2020; PIMENTEL, 2022; PAPADOPOULOU *et al.*, 2018) . Para manter esses microrganismos viáveis uma das alternativas poderia ser a adição de prebióticos como substratos para esses microrganismos (HASHEMI; HOSSEINI, 2021).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Matérias primas, microrganismos e reagentes

O farelo de arroz desengordurado foi fornecido pela Industria Riograndense de Óleos Vegetais (IRGOVEL, Pelotas, RS, Brasil). Para a produção dos iogurtes, foram utilizados leite pasteurizado refrigerado (Campo Vivo, Arapongas, Brasil) com teor de sólidos totais corrigido para 12% (m/v) utilizando leite em pó desnatado (Molico®, Nestlé, Araçatuba, Brasil), ambos adquiridos no comércio local, enquanto a cultura *starter Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (YO-MIX™ 883 LYO 100 DCU, Danisco, Dangé, França) e microrganismo probiótico *Lactobacillus acidophilus La-5* (Christian Hansen, Valinhos, Brasil) foram adquiridos em empresas especializadas no ramo. Os reagentes utilizados foram de padrão analítico e os meios de cultura de padrão microbiológico aceitável.

#### 3.2 Extração de carboidratos do FAD

Os carboidratos foram extraídos do FAD por meio do tratamento hidrotérmico, conforme metodologia descrita por Kurdi e Hansawasdi (2015) e nas condições otimizadas por Ferreira (2018): razão FAD água<sup>-1</sup> (100 gL<sup>-1</sup>), pH (6,0), temperatura (121 °C), pressão (1,1 kg cm<sup>2</sup>) e tempo (35 min).

A seguir, os carboidratos foram precipitados utilizando etanol 80% (1:1 v/v), permanecendo em repouso a 4 °C *overnight* e centrifugado a 6000 g por 15 min a 4 °C (ZEAITER *et al.*, 2019). O precipitado das amostras foi seco em estufa a vácuo (SL-104/21-R, Solab, Piracicaba-SP, Brasil), sob pressão relativa de 600 mmHg, por 24 horas a 50 °C e posteriormente moído em moinho de facas (Solab, SL-31, Piracicaba-SP, Brasil) com granulometria média de 70 mesh, armazenados em frascos plásticos à temperatura ambiente (25 °C ± 1 °C).

#### 3.3 Determinação da composição centesimal e propriedades físico-químicas do leite

Para caracterização do leite com teor de sólidos totais corrigido a 12 % (m/v), utilizado para elaboração das diferentes formulações, foram realizadas análises de

pH, utilizando potenciômetro digital (PG2000, Gehaka, São Paulo, Brasil); acidez (g de ácido láctico/100 mL); lipídios (g/100 g) pelo método butirométrico de Gerber; proteínas (g/100 g) pelo Método de Semi-micro Kjeldahl, utilizando fator de conversão de 6,38, e cinzas por incineração em mufla a 550 °C (g/100 g). Todas as análises foram realizadas seguindo metodologias descritas pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

### 3.4 Elaboração do iogurte e estratégia experimental

Três formulações de iogurte foram preparadas, sendo uma a formulação controle (controle negativo – sem prebiótico, denominada de FC), outra contendo inulina, na concentração de 15 gL<sup>-1</sup> (denominada de FI e controle positivo) e outra formulação, contendo os carboidratos extraídos do FAD na concentração de 15 gL<sup>-1</sup> e denominada de FFAD, conforme apresentado na Tabela 1. A concentração selecionada para adição no iogurte foi baseada no trabalho realizado por Antunes *et al.* (2023).

**Tabela 1: Formulações para a produção dos iogurtes probióticos**

Amostra*	Tratamento	Prebiótico
FC	Controle negativo	NC**
FI	Controle positivo	Inulina
FFAD	Teste	Carboidratos FAD

**Nota: \*FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado. \*\*NC: não contém.**

**Fonte: A autoria própria (2022)**

As diferentes formulações de iogurte foram elaboradas iniciando com a correção do teor de sólidos totais do leite para 12% (m/v) e a seguir, foi adicionada a inulina (Raftiline GR, Orafti®, Mannheim, Alemanha) e os carboidratos extraídos do farelo de arroz desengordurado, respectivamente, nas formulações FI e FFAD, na concentração de 15 gL<sup>-1</sup>. Todas as formulações passaram por tratamento térmico a 95 °C por 5 minutos, foram posteriormente resfriadas até atingirem 42 °C e inoculadas com a cultura *starter* e o microrganismo probiótico, nas concentrações determinadas pelos fabricantes. As formulações foram incubadas a 42 °C até o teor de acidez atingir 0,6 g de ácido láctico/ 100 g<sup>-1</sup> e/ ou pH igual a 4,6. As formulações foram refrigeradas e, no dia seguinte, o coágulo foi quebrado manualmente e realizou-se o acondicionamento em frascos de vidro sob refrigeração a 5° ± 1 ° C durante os 30 dias de análises (BAI *et al.*, 2020).

### 3.5 Acompanhamento do pH e acidez titulável durante a fermentação

Após a inoculação da cultura *starter* e microrganismo probiótico, as formulações foram incubadas a 42 °C, e durante esta incubação o pH foi acompanhado por leitura direta em pHmetro (PG 2000, Gehaka, São Paulo, Brasil); a acidez titulável (g de ácido láctico/ 100 g<sup>-1</sup>) foi determinada seguindo metodologia descrita pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008), a fim de determinar o fim do processo de fermentação.

### 3.6 Composição centesimal e propriedades físico-químicas das diferentes formulações de iogurte simbiótico e controle negativo

As análises para determinação da composição centesimal seguiram as metodologias descritas nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008): umidade pelo método gravimétrico em estufa a 105 °C; cinzas utilizando forno mufla a 550 °C; a quantificação de lipídios foi realizada pelo método de Gerber e de proteínas pelo método de semi-micro-Kjeldahl utilizando fator de conversão de nitrogênio em proteína igual a 6,38. As medidas de pH foram realizadas com potenciômetro de bancada (PG 2000, Gehaka, São Paulo, Brasil) e acidez titulável, expressa em g de ácido láctico/100g, seguiram as metodologias descritas pelas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Estas análises foram realizadas após sete dias de armazenamento.

### 3.7 Análise de sinérese, cor e atividade de água

A análise de sinérese foi realizada com um (01) dia de armazenamento sob refrigeração (5 °C ± 1 °C) das diferentes formulações de iogurte, conforme metodologia proposta por Amaya-Llano (2008), centrifugando alíquotas de 20 gramas de cada amostra a 1250 rpm, a 4 °C, por 10 minutos, para separação e pesagem do sobrenadante. A sinérese foi calculada conforme a equação (1).

$$\text{Sinérese} = \frac{\text{g de sobrenadante} * 100}{\text{g de amostra inicial}} \quad (1)$$

A medida instrumental de cor foi realizada empregando colorímetro (Croma Meter CR 400, Konica Minolta, Japão), utilizando escala de cor L\*, a\*, b\* c\* e h\*, conforme metodologia de Melro *et al.* (2020) e a atividade de água foi determinada utilizando o equipamento Aqualab 4TE (Meter Group, Pullman, WA, USA). Estas análises foram realizadas com 10 dias de armazenamento.

### 3.8 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas com o intuito de avaliar a qualidade higiênico-sanitária das diferentes formulações elaboradas, seguindo o disposto na Instrução Normativa nº 161, de 1º de Julho de 2022 (BRASIL, 2022), a saber: Bolores e Leveduras, *Escherichia coli* e *Salmonella* sp., seguindo metodologia descrita por SILVA (2017).

O acompanhamento do microrganismo probiótico *L. acidophilus* seguiu a metodologia descrita por Lucatto *et al.* (2019) nos tempos 0, 15 e 30 dias de armazenamento.

### 3.9 Avaliação da sobrevivência do *L. acidophilus* LA-5 do iogurte nos fluidos gástrico e intestinal simulados (FGIS)

Nos tempos 0 e 15 dias, a resistência do *L. acidophilus* em sistemas similares ao FGIS foi avaliada de acordo com os procedimentos descritos por Bora *et al.* (2021), onde as amostras de iogurte foram submetidas as etapas simuladas da digestão, iniciando com a aplicação do fluido salivar simulando a etapa da mastigação na boca, ficando sob agitação durante 2 minutos a 37 °C. Em seguida, adicionado do fluido gástrico simulado e pepsina suína (*Sigma Life Science*, USA), a amostra foi incubada por mais 2 horas, a fim de reproduzir as condições encontradas no sistema gástrico, formando o quimo gástrico. O quimo foi adicionado do fluido intestinal simulado, com adição de bile e pancreatina suína (*Sigma Life Science*, USA), e seguido para a última incubação por 2 horas. Após cada etapa, alíquotas foram retiradas para diluição em série e plaqueamento em ágar MRS para contagem da cultura probiótica.

A porcentagem de bactérias sobreviventes foi calculada de acordo com Jantzen, Göpel e Beermann (2013), através da Equação 2:

$$\%Sobrevivencia = \frac{N}{N_0} \times 100 \quad (2)$$

Onde:  $N_0$ : número de células viáveis na suspensão inicial ( $\log \text{UFC.g}^{-1}$ ).

N: número de células viáveis após a digestão ( $\log \text{UFC.g}^{-1}$ ).

### 3.10 Análise sensorial

O projeto foi submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR (CAAE 56540422.0.0000.0165). Após as análises microbiológicas, que comprovaram a segurança microbiológica do produto, os provadores receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para leitura de todas as informações referentes ao produto a ser avaliado, com a liberdade de negar a participação da avaliação sensorial e foi solicitado a assinatura do termo.

Foram recrutados 80 julgadores, de acordo com o proposto pela ISO 11136 (2014), pertencentes ao quadro de discentes e servidores da UTFPR, maiores de 18 anos e com ausência de histórico de alergia e ou intolerância ao leite. Para a avaliação sensorial utilizou-se o Teste de Escala Hedônica de 09 pontos, onde 01 correspondeu a “desgostei muitíssimo” e 09 a “gostei muitíssimo”, onde os atributos avaliados foram: aroma, sabor, acidez, aparência, cremosidade, cor e aceitação global (IAL, 2008). A análise foi realizada no laboratório de Análise Sensorial do Campus Medianeira da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), em cabines individuais e com luz branca. Cada avaliador recebeu cerca de 40 mL de cada formulação, na temperatura de  $5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , em copos plásticos descartáveis com capacidade de 50 mL e codificados com números aleatórios de três dígitos. Além das amostras, foi ofertado um copo com água mineral para limpeza do palato entre as amostras (DUTCOSKY, 2013). Também foi aplicada a escala de atitude estruturada de 5 pontos para avaliar a intenção de compra, onde 1 refere-se a “certamente não compraria” e 5 refere-se a “certamente compraria” (IAL, 2008). Juntamente com a ficha de análise sensorial, os participantes receberam um questionário com questões socioeconômicas para caracterização do público envolvido na pesquisa, com questões sobre gênero, nível de escolaridade, idade, renda familiar, consumo de derivados de leite, frequência e preferências no consumo de iogurtes.

### 3.11 Análise estatística

As formulações foram elaboradas em duplicata. Os resultados obtidos nas análises realizadas, em triplicata, foram submetidos à análise de variância e quando detectada diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o programa *Excel for Windows*.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises químicas e físico químicas da matéria-prima empregada na elaboração das diferentes formulações de iogurte

A qualidade do leite utilizado como matéria prima para a elaboração de iogurte interfere diretamente na qualidade do produto final, principalmente nas propriedades tecnológicas e sensoriais (DOSSIE TÉCNICO, 2008). As análises foram realizadas para o leite com teor de sólidos totais corrigido para 12% (m/v), onde os resultados obtidos para a caracterização química e físico química encontram-se descritos na Tabela 2.

**Tabela 2: Resultados das análises químicas e físico químicas do leite com 12% (m/v) de sólidos totais**

Amostra	Umidade (g/100g)	Cinzas (g/100g)	Lipídeos (g/100g)	Proteínas (g/100g)	pH	Acidez (g de ácido láctico/100g)
Leite	88,07 ± 0,16	0,79 ± 0,04	3,05 ± 0,42	5,56 ± 0,29	6,7 ± 0,14	0,16 ± 0,01

Fonte: Autoria própria (2022)

Optou-se por trabalhar com leite com teor de sólidos totais corrigido a 12% (m/v) para padronizar a matéria-prima empregada, com a finalidade de aumentar a capacidade de retenção de água pelas proteínas do leite, em busca de aumentar a consistência do produto final (DOSSIE TÉCNICO, 2008). Essa padronização da matéria prima é muito utilizada para a produção de iogurtes e, segundo Oliveira e Damin (2003), o aumento da porcentagem de sólidos totais do leite influencia na firmeza do produto final.

### 4.2 Análise de pH e Acidez titulável durante a fermentação

A finalização dos processos fermentativos dos iogurtes foi observada, ao atingir aproximadamente 0,6 g de ácido láctico.100 g<sup>-1</sup> e pH próximo a 4,6, com 4 horas de fermentação. Na tabela 3 estão apresentados os resultados da análise de pH e acidez titulável dos iogurtes, elaborados em duplicata, no decorrer do tempo de fermentação.



**Tabela 3: Resultados das análises pH e acidez titulável dos iogurtes elaborados, em duplicata, durante tempo de fermentação**

Tempo	FP		FI		FFAD	
	% ac láctico	pH	% ac láctico	pH	% ac láctico	pH
2 h	0,47 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	5,84 ± 0,79 <sup>Aa</sup>	0,47 ± 0,02 <sup>Aa</sup>	5,34 ± 0,11 <sup>Aa</sup>	0,52 ± 0,03 <sup>Aa</sup>	5,30 ± 0,12 <sup>Ab</sup>
3 h	0,69 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	4,79 ± 0,03 <sup>Aa</sup>	0,69 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	4,82 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	0,75 ± 0,03 <sup>Aa</sup>	4,76 ± 0,03 <sup>Ab</sup>
4 h	0,78 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	4,47 ± 0,24 <sup>Aa</sup>	0,77 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	4,63 ± 0,00 <sup>Aa</sup>	0,83 ± 0,01 <sup>Aa</sup>	4,62 ± 0,00 <sup>Ab</sup>

**Nota: \* Os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. Para o mesmo parâmetro, letras minúsculas diferentes na mesma linha expressam diferença significativa entre os tratamentos e letras maiúsculas diferentes na mesma coluna expressam diferença significativa durante o tempo de fermentação (ao nível de 5% de probabilidade). FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Durante a fermentação, o consumo dos açúcares (como a lactose) pelas bactérias lácteas resultam na formação de ácido láctico que provoca a coagulação, a redução do pH e o aumento da acidez (DOSSIE TÉCNICO, 2008). No final do processo, as amostras apresentaram pH variando de 4,30 a 4,64 que podem ser comparados aos valores encontrados por Feitosa *et al.* (2017), que avaliou a fermentação de iogurtes com diferentes concentrações de sacarose e adicionados de inulina, onde o pH, no final da fermentação apresentou valores entre 4,36 e 4,45.

Quanto a acidez em ácido láctico, no final da fermentação as amostras apresentavam 0,76 (FI) a 0,83 (FFAD) g de ácido láctico.100g<sup>-1</sup>, valores inferiores ao encontrado por Feitosa *et al.* (2017), que apresentou variação de 0,90 a 1,05 g de ácido láctico.100 g<sup>-1</sup>, porém superior ao observado por Jesus (2017), onde avaliando diferentes concentrações de inulina e sacarose e o teor de sólidos totais em iogurtes simbióticos, apresentou médias entre 0,43 e 0,63 g de ácido láctico.100 g<sup>-1</sup>. As formulações elaboradas se apresentaram de acordo do exigido pelo padrão de identidade e qualidade para leites fermentados, que apresenta limite de 0,6 a 2,0 g de ácido láctico/100 g (BRASIL, 2007).

#### **4.3 Análise de composição centesimal e propriedades físico-químicas das diferentes formulações de iogurte**

Os resultados das análises químicas e físico-químicas das formulações de iogurte são apresentados na Tabela 4, onde é possível notar que, para as

características analisadas, os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 4: Resultados das análises de composição centesimal e propriedades físico-químicas dos diferentes tratamentos de iogurte elaborados**

Análise	Amostra	FP	FI	FFAD
Umidade (g/100g)		87,83 ± 1,00 <sup>a</sup>	86,75 ± 0,46 <sup>b</sup>	87,02 ± 0,18 <sup>b</sup>
Cinzas (g/100g)		0,79 ± 0,07 <sup>a</sup>	0,81 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,92 ± 0,003 <sup>b</sup>
Lipídeos (g/100g)		2,78 ± 0,53 <sup>a</sup>	2,00 ± 0,82 <sup>a</sup>	2,75 ± 0,50 <sup>a</sup>
Proteínas (g/100g)		5,39 ± 0,37 <sup>a</sup>	6,13 ± 0,63 <sup>ab</sup>	6,74 ± 1,35 <sup>b</sup>
pH		4,11 ± 0,06 <sup>a</sup>	4,12 ± 0,03 <sup>a</sup>	4,06 ± 0,03 <sup>a</sup>
Acidez (g de ácido láctico/100g)		0,70 ± 0,02 <sup>a</sup>	0,62 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,63 ± 0,13 <sup>a</sup>
Sinérese		23,77 ± 2,63 <sup>a</sup>	20,10 ± 0,63 <sup>a</sup>	22,13 ± 0,76 <sup>a</sup>
Aw		0,990 ± 0,001 <sup>a</sup>	0,992 ± 0,000 <sup>a</sup>	0,986 ± 0,001 <sup>a</sup>

**Nota: \* Os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha expressam diferença significativa (ao nível de 5% de probabilidade) entre os tratamentos. FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Quanto ao teor de umidade, não houve diferença significativa entre as amostras e os resultados encontrados, variando de 86,75 a 88,58%, são superiores ao apresentado por Silva, Bessa e Silva (2017) ao comparar formulações de iogurtes sem adição de prebióticos, com adição de 3% de inulina e com 3% de frutoligossacarídeos, cujo teor de umidade encontrado foi de 84,2%, 83,2% e 82,8% respectivamente.

O teor de cinzas da FFAD apresentou diferença significativa das demais formulações ( $p < 0,05$ ). De acordo com a Instrução Normativa nº 46, de 24 de outubro de 2007 (BRASIL, 2007), não há limites mínimos para teor de umidade e cinzas para leites fermentados.

Segundo o padrão de identidade e qualidade de leites fermentados (BRASIL, 2007), pode-se classificar os iogurtes quanto ao teor lipídico (g/100 g) como creme (mínimo de 6 g de gordura), integral (mínimo 3 g de gordura), parcialmente desnatado (máximo 2,9 g de gordura) e desnatado (máximo 0,5 g de gordura); assim, os iogurtes elaborados poderiam ser classificados como parcialmente desnatados.

O resultado obtido para a análise de proteínas demonstra que as formulações contendo prebiótico não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) e atendem ao solicitado pela legislação (mínimo 2,9 g/100 g) (BRASIL, 2007). Tal resultado é

superior ao teor proteico encontrado nas formulações de iogurtes elaborados com leite de vaca, estudadas por Lucatto *et al.* (2019), adicionadas de culturas probióticas e polpa de banana verde, que apresentou 1,7 a 1,9% de proteína, e ao encontrado por Ismail *et al.* (2020), que observou um teor proteico variando entre 3,41% e 4,20% nos iogurtes elaborados com a aplicação de probióticos encapsulados.

Quanto ao resultado para a análise de pH os valores para as três formulações ficaram dentro do limite estabelecido pela literatura (entre 3,6 e 4,5) e similares aos iogurtes elaborados por Silva, Bessa e Silva (2017), que apresentaram pH de 4,35 a 4,37, tanto para a formulação contendo inulina e frutoligossacarídeos quanto para a formulação sem adição de prebiótico.

A acidez titulável dos três tratamentos apresentaram resultados dentro do limite exigido pela legislação de 0,6 a 2,0 (g de ácido láctico/100 g) (BRASIL, 2007), não apresentando diferença significativa entre as amostras ( $p > 0,05$ ).

Estes resultados apresentam-se próximo ao que esperava, sem interferências nas características do produto e próximo ao controle positivo já utilizado em alimentos.

#### **4.4 Análise de sinérese, cor e atividade de água**

Em relação a sinérese, os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre eles ( $p \geq 0,05$ ), podendo assumir que a adição dos prebióticos inulina e carboidratos do FAD não afetaram a separação do soro.

Os tratamentos não diferiram entre si quanto à atividade de água ( $p > 0,05$ ) e os valores foram similares aos encontrados por Alves (2015), que elaborou iogurtes de leite caprino contendo diferentes concentrações de inulina combinada com diferentes concentrações de gelatina, cuja atividade de água variou entre 0,977 e 0,989.

A análise de cor foi realizada utilizando o parâmetro de luminosidade L, cromaticidade  $a^*$  e  $b^*$ , saturação de cor  $C^*$  e ângulo de tonalidade  $h^*$ , afim de analisar a interferência da adição dos prebióticos na cor do produto final. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5– Resultados da análise instrumental de cor dos diferentes tratamentos de iogurte elaborados**

<b>Amostra</b>	<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>c*</b>	<b>H*</b>
<b>FP</b>	69,07 ± 3,42 <sup>a</sup>	-6,338 ± 0,27 <sup>a</sup>	11,45 ± 0,53 <sup>a</sup>	13,08 ± 0,59 <sup>a</sup>	118,99 ± 0,30 <sup>a</sup>
<b>FI</b>	73,75 ± 5,28 <sup>b</sup>	-6,673 ± 0,34 <sup>a</sup>	12,17 ± 0,65 <sup>a</sup>	13,87 ± 0,73 <sup>a</sup>	118,71 ± 0,27 <sup>a</sup>
<b>FFAD</b>	64,25 ± 5,17 <sup>c</sup>	-5,484 ± 0,33 <sup>a</sup>	11,30 ± 0,81 <sup>a</sup>	12,44 ± 0,72 <sup>a</sup>	116,17 ± 0,12 <sup>a</sup>

**Nota:** \* Os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha expressam diferença significativa (ao nível de 5% de probabilidade) entre os tratamentos. FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.

Fonte: Autoria própria (2022)

As amostras de iogurte apresentaram diferença significativa quanto à luminosidade L\* ( $p < 0,05$ ), que varia de 0 (preto) a 100 (branco). É possível notar a adição do FAD resultou na redução a luminosidade, provavelmente pelo fato de que este se apresenta na coloração marrom caramelo. Por sua vez, a adição da inulina resultou em um aumento da luminosidade.

Independente da adição de inulina (FI) ou dos carboidratos do FAD, os tratamentos não diferiram entre si e em relação ao controle quanto aos parâmetros a\* e b\*, onde os tratamentos tenderam a coloração verde e amarela.

O parâmetro C\* representa a intensidade da cor em relação ao branco e o parâmetro h\* a tonalidade da cor, conforme a divisão dos quadrantes entre os eixos a\* e b\*. Os resultados obtidos demonstram que as amostras não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), portanto podemos afirmar que ambas estão na mesma intensidade, apresentando cor predominantemente clara em direção ao amarelo.

#### **4.5 Sobrevivência do microrganismo probiótico**

Alguns autores propõem que o consumo diário de microrganismos probióticos, para ser considerado terapêutico, deve ser de  $10^8$  a  $10^9$  UFC, isto corresponde a uma porção de 100 g ou mL de um produto contendo  $10^7$  UFC/g (GALLINAA *et al.*, 2011). Na Tabela 6 pode-se visualizar os resultados obtidos para a contagem de *Lactobacillus acidophilus* para os tempos 0, 15 e 30 dias de armazenamento, onde é possível verificar que, em todos os tratamentos e tempos avaliados, o microrganismo probiótico se manteve em concentrações que caracterizam o produto como probiótico.

**Tabela 6– Resultados da contagem (log UFC/g) do microrganismo probiótico nos tempos 0, 15 e 30 dias de armazenamento do iogurte**

Amostra	Tempo 0	Tempo 15	Tempo 30
FP	8,76 ± 0,07 <sup>aA</sup>	9,28 ± 0,02 <sup>bA</sup>	8,59 ± 0,02 <sup>aA</sup>
FI	8,60 ± 0,11 <sup>aA</sup>	8,92 ± 0,06 <sup>bA</sup>	8,82 ± 0,02 <sup>abA</sup>
FFAD	8,53 ± 0,06 <sup>aA</sup>	9,08 ± 0,03 <sup>bA</sup>	8,79 ± 0,03 <sup>aA</sup>

**Nota: \* Os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha expressam diferença significativa (ao nível de 5% de probabilidade) nos diferentes tempos analisados e letras maiúsculas diferentes na mesma coluna indica diferença significativa entre os tratamentos. FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

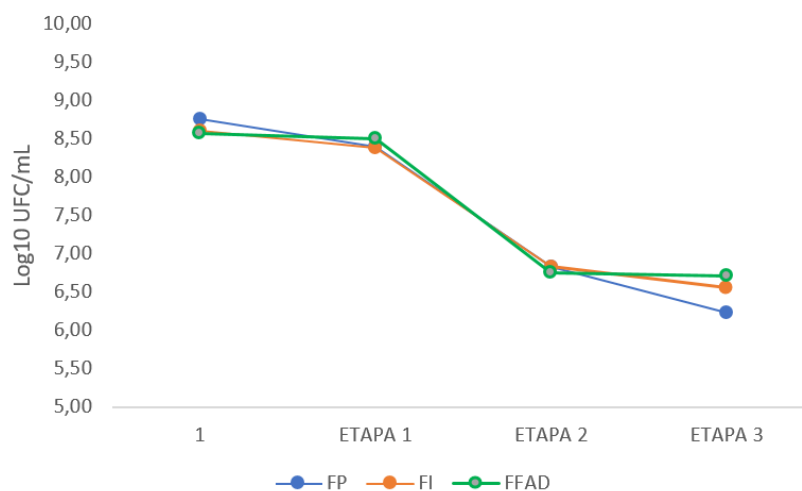
**Fonte: Autoria própria (2022)**

As amostras não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos para a contagem do microrganismo probiótico nos diferentes tempos analisados. Lucatto *et al.* (2019) apresentou contagem iniciais próximas a 8,9 log UFC/g para as formulações contendo *Lactobacillus acidophilus*, porém com diminuição no decorrer dos 15 dias de armazenamento. No presente trabalho nota-se um aumento na contagem, diferindo significativamente a contagem do tempo 0 e 30 em relação ao tempo 15 para todos os tratamentos.

#### **4.6 Sobrevivência do microrganismo probiótico frente a digestibilidade em modelo in vitro**

O efeito da adição dos prebióticos no iogurte frente ao desenvolvimento do microrganismo probiótico, pode ser avaliado através da contagem do microrganismo no decorrer da vida útil do produto e da resistência dos microrganismos quando submetidos as condições gastrointestinais em modelo in vitro. No Gráfico 1 pode-se observar a curva de contagem do microrganismo probiótico antes e no decorrer da primeira execução da análise de digestibilidade, no primeiro dia de incubação do iogurte.

**Gráfico 1- Curva de enumeração do microrganismo probióticos (log10 UFC/mL) frente a digestibilidade in vitro no tempo 1 dia**



**Nota: FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Através do gráfico pode-se notar que as amostras apresentaram comportamento muito similar durante o processo de digestibilidade. No final do processo, a FFAD apresentou contagem superior as demais amostras, e através do cálculo da porcentagem de sobrevivência (Tabela 7), vemos que 78,5% dos microrganismos sobreviveram ao processo de digestão e apresentam-se viáveis no final do processo. Antunes *et al.* (2021), ao comparar o score de atividade prebiótica do FAD e comparar com inulina e oligofrutose, observou que o FAD estimulou seletivamente o crescimento de bactérias benéficas, durante a digestibilidade in vitro, o que indica seu potencial uso como prebiótico.

**Tabela 7- Porcentagem de sobrevivência dos microrganismos frente a digestão in vitro no tempo 1 dia**

Amostra	% sobrevivência
FP	71,1% ± 6,8% <sup>a</sup>
FI	76,2% ± 3,0% <sup>a</sup>
FFAD	78,5% ± 1,2% <sup>a</sup>

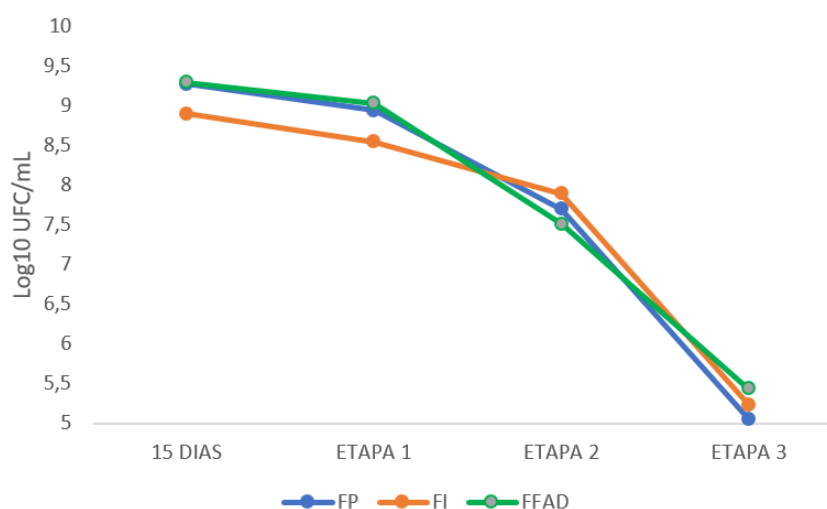
**Nota: FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Apesar de não apresentar diferença significativa, nota-se que a FFAD protegeu a cultura probiótica das condições simuladas, apresentando taxa de sobrevivência superior aos demais tratamentos.

Passados quinze dias de incubação, a análise de digestibilidade foi realizada novamente e através do gráfico 2 podemos notar que, na contagem realizada antes do início da análise, as formulações FP e FFAD apresentaram contagem superior que a FI.

**Gráfico 2- Curva de contagem do microrganismo probiótico (log<sub>10</sub> UFC/mL) frente a digestibilidade in vitro no tempo quinze dias**



**Nota: FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

No decorrer da análise, a FI apresentou maior resistência a etapa 2, apresentando contagem superior enquanto as demais amostras apresentaram diminuição na contagem nesta etapa. Após a última etapa, a FFAD apresentou contagem superior mais uma vez.

**Tabela 8- Porcentagem de sobrevivência dos microrganismos frente a digestão in vitro no tempo 15 dias**

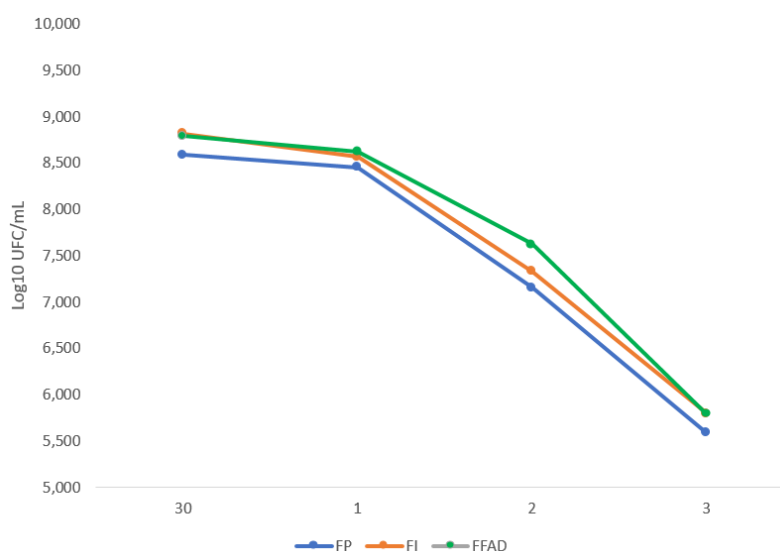
Amostra	% sobrevivência
FP	54,7% ± 2,9% <sup>a</sup>
FI	58,9% ± 2,6% <sup>a</sup>
FFAD	60,4% ± 5,4% <sup>a</sup>

**Nota: FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Por meio do cálculo da sobrevivência (Tabela 8), nota-se que novamente a FFAD apresentou maior porcentagem de células sobreviventes ao processo, porém não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Com 30 dias de armazenamento dos iogurtes, a análise foi realizada novamente e o Gráfico 3 apresenta a curva de contagem dos microrganismos no decorrer da análise.

**Gráfico 3- Curva de contagem do microrganismo probiótico (log<sub>10</sub> UFC/mL) frente a digestibilidade in vitro no tempo trinta dias**



**Nota: FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**

Nota-se que FFAD e da FI apresentaram semelhanças nas contagens durante a análise, superior a FP, e contagem final na ordem de 5,8 log UFC/mL. Através do cálculo da porcentagem de sobrevivência (Tabela 9) nota-se que apresentam resultados muito próximos

**Tabela 9- Porcentagem de sobrevivência dos microrganismos frente a digestão in vitro no tempo 30 dias**

Amostra	% Sobrevivência
FP	65,1% ± 0,01% <sup>a</sup>
FI	65,7% ± 0,002% <sup>a</sup>
FFAD	65,9% ± 0,01% <sup>a</sup>

**Nota: FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.**

**Fonte: Autoria própria (2022)**



Esses resultados indicam que a aplicação do carboidrato do FAD auxiliou no desenvolvimento e resistência dos microrganismos durante a simulação do processo de digestão, permitindo que a cultura probiótica chegasse viável ao final do processo.

A associação de prebióticos e probióticos pode favorecer a sobrevivência do microrganismo, tanto no organismo hospedeiro quanto no alimento (SAAD, 2006). Capela, Hay e Shah (2006) apresentam resultados positivos para a adição de prebióticos em iogurtes, como inulina e frutoligossacarídeos para a viabilidade de microrganismos probióticos, quando comparada a iogurtes sem adição de prebióticos.

Nascimento (2016) observou uma diminuição na contagem dos microrganismos probióticos, com e sem adição de oligofrutose, após a exposição as condições de digestão simuladas apresentando contagem próximas a 4 log UFC/g, apesar de apresentar contagem inferior ao recomendado, os microrganismos ainda seriam capazes de colonizar o intestino e exercer as atividades biológicas.

A contagem no final do processo de digestibilidade, no tempo de 15 dias, apresentou-se na ordem de 5,06 e 5,44 Log UFC/mL. Sabendo que a porção de consumo do iogurte é de cerca de 220 gramas, os resultados para a contagem da cultura probiótica atende o que é esperado de um produto probiótico (contagem mínima de  $10^7$  UFC).

#### 4.7 Análise microbiológica

A análise microbiológica apresentou resultados dentro dos padrões exigidos pela Instrução Normativa N° 161, de 1° de julho de 2022 (BRASIL, 2022), os dados estão dispostos na Tabela 10 juntamente com o limite estabelecido pela instrução normativa.

**Tabela 10– Resultados da análise microbiológica, segundo IN 161, dos iogurtes elaborados**

<b>Amostra</b>	<b>Bolores e leveduras/ (UFC/mL)</b>	<b><i>Escherichia coli</i> (UFC/mL)</b>	<b><i>Salmonella</i> sp./25mL</b>
<b>FP</b>	<10 <sup>2</sup>	<3	Aus.
<b>FI</b>	<10 <sup>2</sup>	<3	Aus.
<b>FFAD</b>	<10 <sup>2</sup>	<3	Aus.
<b>IN N° 161</b>	<b>&lt;10<sup>2</sup></b>	<b>&lt;3</b>	<b>Aus.</b>

**Nota:** FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.

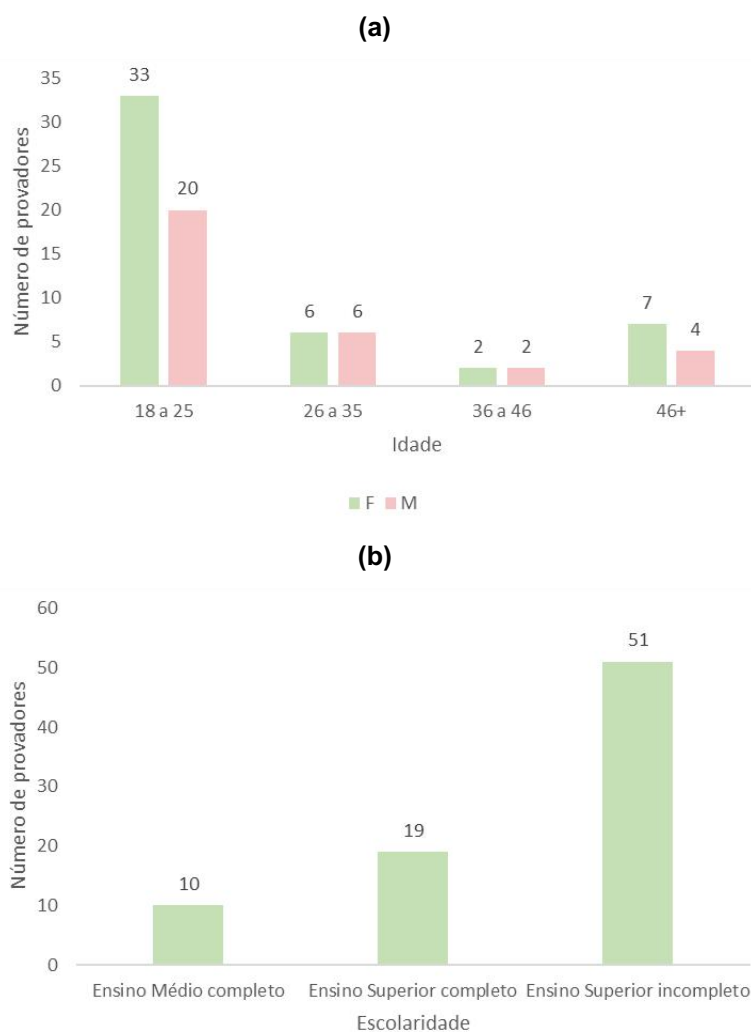
**Fonte:** Autoria própria (2022)

Todos os tratamentos apresentaram valores dentro do limite estabelecido, o que garantem a segurança microbiológica para a realização da análise sensorial.

#### 4.8 Análise sensorial

Através dos dados socioeconômicos dos participantes da análise sensorial notamos que 60% dos julgadores pertencem ao sexo feminino e a maioria enquadra-se na faixa etária de 18 a 25 anos (gráfico 4a), possuindo ensino superior incompleto (gráfico 4b), uma vez que grupo de provadores era composto majoritariamente por acadêmicos da universidade.

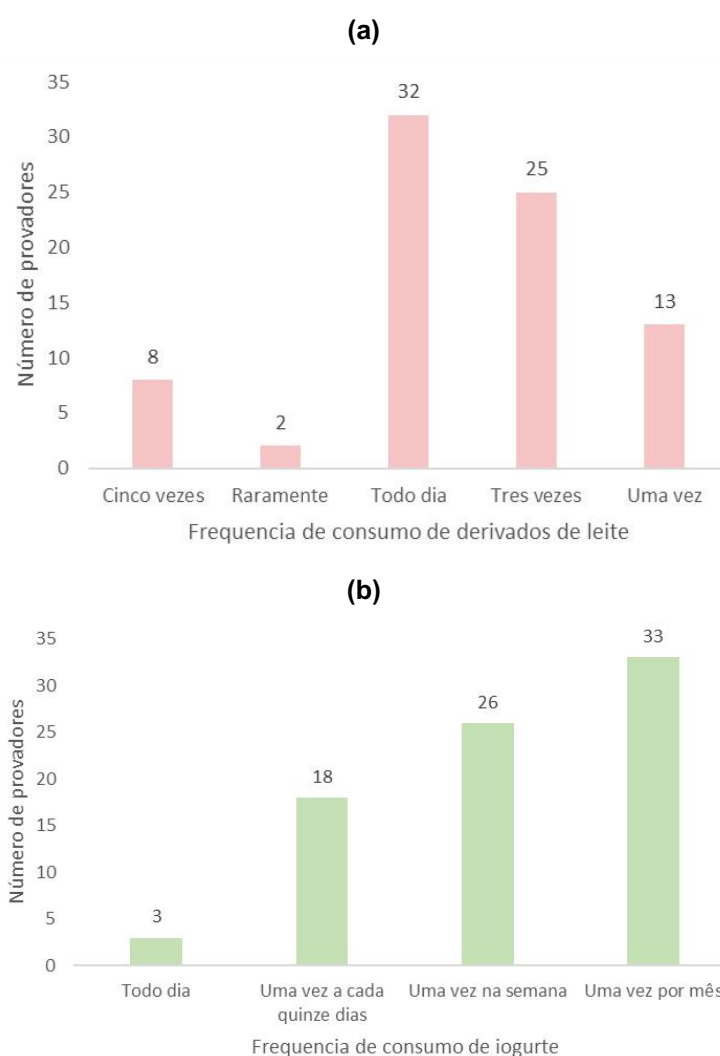
**Gráfico 4- Número de provadores, separado por faixa etária e gênero, participantes da análise sensorial (a) e separado por escolaridade (b).**



Fonte: Autoria própria (2022).

Ao questionar os provadores sobre a frequência de consumo de produtos derivados de leite, grande maioria afirma consumir todos os dias ou pelo menos três vezes na semana (Gráfico 5a), enquanto que a frequência de consumo de iogurte é de uma vez por mês ou uma vez na semana (Gráfico 5b). Destes provadores, apenas 30% afirmam consumir iogurte natural, enquanto o restante afirma preferir sabores como morango, coco, frutas vermelhas e ameixa.

**Gráfico 4- Frequência de consumo de derivados de leite (a) e de iogurte (b), dos participantes da análise sensorial.**



**Fonte: Autoria própria (2022).**

Os resultados obtidos da avaliação sensorial dos diferentes tratamentos encontram-se descritos na Tabela 11, onde podemos verificar que as medias dos atributos avaliados ficaram entre não gostei/nem desgostei (5) e gostei muito (8).

Tabela 11– Resultados da análise sensorial dos iogurtes elaborados.

Amostra	FP	FI	FFAD
Atributo			
Aparência	7,21 ± 1,38 <sup>a</sup>	7,65 ± 1,25 <sup>a</sup>	7,21 ± 1,42 <sup>a</sup>
Aroma	7,1 ± 1,53 <sup>a</sup>	7,12 ± 1,60 <sup>a</sup>	6,72 ± 1,80 <sup>a</sup>
Creiosidade	6,99 ± 1,80 <sup>a</sup>	6,91 ± 1,99 <sup>a</sup>	5,95 ± 1,82 <sup>b</sup>
Sabor	6,07 ± 2,12 <sup>a</sup>	6,01 ± 2,15 <sup>a</sup>	5,16 ± 2,10 <sup>b</sup>
Acidez	6,35 ± 1,76 <sup>a</sup>	6,29 ± 2,03 <sup>a</sup>	5,60 ± 1,99 <sup>b</sup>
Cor	7,57 ± 1,41 <sup>a</sup>	7,42 ± 1,57 <sup>a</sup>	7,24 ± 1,87 <sup>a</sup>
Impressão global	6,73 ± 1,67 <sup>a</sup>	6,72 ± 1,64 <sup>a</sup>	6,02 ± 1,85 <sup>b</sup>

Nota: \* Os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha expressam diferença significativa (ao nível de 5% de probabilidade) entre os tratamentos. FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.

Fonte: Autoria própria (2022)

Através destes resultados podemos observar que para os atributos aparência, aroma e cor, as amostras não apresentaram diferença significativa entre si ( $p > 0,05$ ). Apesar de ter apresentado diferença na análise instrumental de cor quanto ao parâmetro L\* (Tabela 5), essa diferença não foi observada pelos provadores.

No quesito sabor, acidez e cremosidade, o tratamento FFAD apresentou diferença significativa dos demais tratamentos ( $p < 0,05$ ). A amostra FFAD recebeu notas inferiores ao atributo acidez e foi citada por diversos provadores por apresentar sabor mais ácido que as demais, devido a isso para o atributo sabor também recebeu notas inferiores. Porém, observa-se na tabela 3 que na análise de acidez titulável a FP apresenta maior teor de ácido lácteo, seguido então da FFAD.

O atributo cremosidade apresentou diferença significativa, onde o FFAD apresentou valores menores, resultado diferente do obtido por Bessa e Silva (2019) onde a formulação sem adição de prebióticos recebeu notas inferior no atributo consistência (83,3%), enquanto as formulações contendo 3% de inulina (85%5) ou de frutoligossacario (85,5%).

Apesar de apresentar diferença significativa em alguns atributos, as intenções de compra apresentaram medias muito próximas entre si, onde FFAD não apresentou diferença significativa em relação ao FI (Tabela 12).

**Tabela 12– Resultados da intenção de compra dos participantes da análise sensorial.**

<b>Amostra</b>	<b>Intenção de compra</b>
FP	3,40 ± 1,32 <sup>a</sup>
FI	3,28 ± 1,22 <sup>ab</sup>
FFAD	2,76 ± 1,27 <sup>b</sup>

**Nota:** \* Os resultados estão expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha expressam diferença significativa (ao nível de 5% de probabilidade) entre os tratamentos. FP: Formulação Padrão. FI: Formulação contendo Inulina. FFAD: Formulação contendo carboidrato do farelo de arroz desengordurado.

**Fonte:** Autoria própria (2022)

As médias de intenção de compra dos três tratamentos ficaram entre “provavelmente não compraria” (2) e “provavelmente compraria” (4). A amostra padrão apresentou diferença significativa em relação a FFAD, no entanto a amostra contendo inulina apresentou diferença significativa da FP e nem mesmo da FFAD.

O fato das médias ficarem relativamente baixas pode ser explicado pela preferência de consumo de iogurtes saborizados e doces sobre o iogurte natural. Como citado pelos provadores, muitos não consomem iogurtes naturais, o que causa estranheza pelo sabor mais ácido do produto natural. Bessa e Silva (2019) observaram médias parecidas para o quesito intenção de compra, ficando em torno de 3,7 as médias de ambos os tratamentos.

## 5 CONCLUSÃO

Os iogurtes elaborados apresentaram resultados que atendem ao exigido pela legislação e muito semelhantes entre si para as análises físico químicas e cor instrumental.

Quanto a sobrevivência do microrganismo probiótico, o tratamento contendo carboidratos extraído do FAD não apresentou diferença significativa dos demais tratamentos, demonstrando que auxiliou o desenvolvimento e a resistência do microrganismo, aumentando sua viabilidade, durante o tempo de armazenamento e frente as condições da digestibilidade in vitro.

Da análise sensorial podemos concluir que os iogurtes apresentaram semelhança em características visuais, porém a FFAD diferiu das demais nos atributos sabor, acidez e cremosidade. Para a intenção de compra a amostra padrão apresentou diferença significativa em relação a FFAD, no entanto a amostra contendo inulina não apresentou diferença significativa da FP e nem mesmo da FFAD.

## REFERÊNCIAS

ALVES, L. L.; RICHARDS, N. S. P. S.; BECKER, L. V.; ANDRADE, D. F.; MILANI, L. I. G.; REZER, A. P. S.; SCIPIONI, G. C. Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótico. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n.9, p. 2595-2600, 2009.

ALVES, L. M.. **logurte caprino adicionado de prebiótico e geleia de manga: aspectos físico-químicos, microbiológicos e sensoriais**. 2015. 84 f. . Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Fortaleza-CE, 2015.

AMAYA-LLANO, S. L.; MARTÍNEZ-ALEGRÍA, A. L.; ZAZUETA-MORALES, J. J.; AMRTÍNEZ-BUSTOS, F. Acid thinned jicama and maize starches as fat substitute in stirred yogurt. **LWT-Food Science and Technology**, v. 41, n. 7, p. 1274-1281, 2008.

ANTUNES, L. L.; BACK, A. L.; KOSSAR, M. L. B. C.; SPESSATO, A. G.; COLLA, E.; DRUNKLER, D. A. Prebiotic potential of carbohydrates from defatted rice bran—Effect of physical extraction methods. **Food Chemistry**, v. 404, p. 134539, 2023.

BARBOSA, J. R.; FREITAS, M. M. S.; OLIVEIRA, L. C.; MARTINS, L. H. S.; ALMADAVILHENA, A. O.; OLIVEIRA, R. M.; PIECZARKA, J. C.; BRASIL, D. S. B.; CARVALHO JUNIOR, R. N. Obtaining extracts rich in antioxidant polysaccharides from the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* using binary system with hot water and supercritical CO<sub>2</sub>. **Food Chemistry**, v. 330, p. 1-9, 2020.

BAI, M., HUANG, T., GUO, S., WANG, Y., WANG, J., KWOK, L., DAN, T., ZHANG, H., BILIGE, M. Probiotic *Lactobacillus casei* Zhang improved the properties of stirred yogurt. **Food Bioscience**, v. 37, p. 100718, 2020.

BESSA, M. M.; SILVA, A. G. F. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte prebiótico de tamarindo. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, [S.L.], v. 73, n. 4, p. 185-195, \ 2019.

BODIE, A. R.; MICCICHE, A. C.; ATUNGULU, G. G.; ROTHROCK JR., M. J.; RICKE, S. C. Current trends of rice milling byproducts for agricultural applications and alternative food production systems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 3, n. 47, p. 1-14, 2019.

BORA, A. F. M.; LI, X.; LIU, L.. Physicochemical and Functional Characterization of Newly Designed Biopolymeric-Based Encapsulates with Probiotic Culture and Charantin. **Foods**, v. 10, n. 11, p. 2677, 2021.

BRASIL. Resolução - RDC N° 241, de 26 de julho de 2018. Dispõe sobre os requisitos para comprovação da segurança e dos benefícios à saúde dos probióticos para uso em alimentos. Brasília: Ministério da Saúde, 2018b. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC\\_241\\_2018\\_.pdf/941cda52-0657-46dd-af4b-47b4ee4335b7](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_241_2018_.pdf/941cda52-0657-46dd-af4b-47b4ee4335b7). Acesso em: 07 dez. 2022.

Brasil - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa nº 161, de 1º de julho de 2022. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial –República Federativa do Brasil**. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-161-de-1-de-julho-de-2022-413366880>. Acesso em 17/11/2022.

BRASIL - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 46**: Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados. [MAPA], 2007. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=24/10/2007&jornal=1&pagina=4&totalArquivos=96>. Acesso em: 17/11/2022.

BRAUN, C. L. K.. **MICROORGANISMOS PROBIÓTICOS EM LÁCTEOS**: impacto da encapsulação, temperatura de exposição em supermercados e modelagem do comportamento de bactérias ácido lácticas em condições isotérmicas e não isotérmicas. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

CANO, M. E.; GARCÍA-MARTIN, A.; COMENDADOR MORALES, P.; WOJTUSIK, M.; SANTOS, V. E.; KOVENSKY, J.; LADERO, M. Production of oligosaccharides from agrofood wastes. **Fermentation**, v. 6, n. 1, p. 1-27, 2020.

CAPELA, P.; HAY, T. K. C.; SHAH, N. P. Effect of cryoprotectants, prebiotics and microencapsulation on survival of probiotic organisms in yoghurt and freeze-dried yoghurt. **Food research international**, v. 39, n. 32, p. 203 – 211, 2006.

COELHO, J. D. Arroz: produção e mercado. **Caderno Setorial ETENE**, v. 6, n. 156, p. 1-7, 2021.

COSTA, G. M.; PAULA, M. M.; COSTA, G. N.; ESMERINO, E. A.; SILVA, R.; FREITAS, M. Q.; BARÃO, C. E.; CRUZ, A. G.; PIMENTEL, T. C. Preferred attribute elicitation methodology compared to conventional descriptive analysis: a study using probiotic yogurt sweetened with xylitol and added with prebiotic components. **Journal Of Sensory Studies**, v. 35, n. 6, 5 ago. 2020.

DAVANI-DAVARI, D.; NEGAHDARIPOUR, M.; KARIMZADEH, I.; SEIFAN, M.; MOHKAM, M.; MASOUMI, S. J.; BERENJIAN, A.; GHASEMI, Y. Prebiotics: definition, types, sources, mechanisms, and clinical applications. **Foods**, v. 8, n. 3, p. 1-27, 2019.



DIAS, D. C. G.; SANTOS, B. F.; GARCIA, H. C. R.; PONTE, A. R.; FIGUEIREDO, I. A. T. S.; RODRIGUES, T. L.; MELO, C. C. D.; SILVA, A. L. B.; SILVA, B. S.; FIGUEIREDO, C. M. Probióticos, prebióticos e simbióticos em uso clínico: uma revisão sistemática/ probiotics, prebiotics and symbiotics in clinical use. **Brazilian Journal Of Health Review**, v. 4, n. 4, p. 18276-18287, 29 ago. 2021.

**DOSSIE TÉCNICO**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro - Redetec, 2008. Atualizado em 2021. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mzlw>. Acesso em: 19 nov. 2022.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 4. Ed. Curitiba: Champagnat - Pucpress, 2013.

FARIAS, T. G. S., STAMFORD, T. C. M., RIBEIRO, V. M. S., LADISLAU, H. F. L., MEDEIROS, J. A. C., ARNAUD, T. M. S., STAMFORD, T. L. M. Alimentos simbióticos: uso da co-encapsulação como forma de veiculação de probióticos e prebióticos. In Editora Científica Digital. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Guarujá, V. 4, cap. 2, p. 39-58, abr. 2021. Disponível em: <https://www.editoracientifica.org/articles/code/210303529>, acesso em: 17/11/2022.

FEITOSA, B. F., FERNANDES, A. V., OLIVEIRA, E. N. A., SOUZA, R. L. A., FEITOSA, R. M., & OLIVEIRA, S. N. (2017). Desenvolvimento e estudo cinético da fermentação de iogurtes prebióticos. **Revista Brasileira De Agrotecnologia**, 7(1), 17-21. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBAGRO/article/view/4710>, acesso em: 10/11/2022.

FERREIRA, A. L. **Comparação de métodos físico de extração de carboidratos do farelo de arroz**. 2018. 58 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2018. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12667>. Acesso em: 17/11/2022.

FERREIRA, L. C. **Desenvolvimento de iogurte probióticos e simbióticos: sabor cajá**. 2012. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2012.

FIDRIYANTO, R.; RIDWAN, R.; ASTUTI, W. D.; ROHMATUSSOLIHAT, R.; SARI, N. F.; WATMAN, M.; WIDYASTUTI, Y. In Vitro Ruminant Fermentation and Degradability of Rice Husk on Rice Bran Substitution. **Annales Bogorienses**, v. 24, n. 1, p. 50, 26 ago. 2020.

FLESCH, A. G. T.; POZIOMYCK, A. K.; DAMIN, D. C. The therapeutic use of symbiotics. **Abcd. Arquivos Brasileiros de Cirurgia Digestiva (São Paulo)**, v. 27, n. 3, p. 206-209, set. 2014.

FONTELES, T. V.; RODRIGUES, S. Prebiotic in fruit juice: processing challenges, advances, and perspectives. **Current Opinion in Food Science**, v. 22, p. 55–61, 2018.

GHIMIRE, S.; WONGKUNA, S.; SANKARANARAYANAN, R.; RYAN, E. P.; BHAT, G. J.; SCARIA, J. Rice bran and quercetin produce a positive synergistic effect on human gut microbiota, elevate the level of propionate, and reduce the population of enterobacteriaceae family when determined using a bioreactor. **BioRxiv**, Brookings, Fev. 2020.

GIBSON, G. R.; HUTKINS, R.; SANDERS, M. E.; PRESCOTT, S. L.; REIMER, R. A.; SALMINEN, S. J.; SCOTT, K.; STANTON, C.; SWANSON, K. S.; CANI, P. D.; VERBEKE, K. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**, v. 14, p. 1-12, 2017.

HANSAWASDI, C.; KURDI, P. Potential prebiotic oligosaccharide mixtures from acidic hydrolysis of rice bran and cassava pulp. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 72, p. 396- 403, 2017.

HASHEMI, K.; HOSSEINI, E. The stabilizing and prebiotic potential of water-soluble phase of bitter almond gum exudate in probiotic yogurt drink. **Carbohydrate Polymers**, v. 255, p. 117395, mar. 2021.

HILL, C.; GUARNER, F.; REID, G.; GIBSON, G. R.; MERENSTEIN, D. J.; POT, B.; MORELLI, L.; CANANI, R. B.; FLINT, H. J.; SALMINEN, S.; CLDER, P. C.; SANDERS, M. E. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. **Nature reviews Gastroenterology & hepatology**, v. 11, n. 8, p. 506-514, 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. 4. ed. São Paulo: IAL, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **ISO 11136**: Sensory analysis – Methodology – General guidance for conducting hedonic tests with consumers in a controlled area. Switzerland: ISO, 2014.

ISMAIL, S. A.; EL-SAYED, H. S.; FAYED, B.. Production of prebiotic chitooligosaccharide and its nano/microencapsulation for the production of functional yoghurt. **Carbohydrate polymers**, v. 234, p. 115941, 2020.

JANTZEN, M.; GÖPEL, A.; BEERMANN, C. Direct spray drying and microencapsulation of probiotic *Lactobacillus reuteri* from slurry fermentation with whey. **Journal of Applied Microbiology**, v. 115, n. 4, p. 1029-1036, 2013.

JESUS, Manoella Moura Monteiro de. Avaliação dos fatores que afetam a estabilidade de *Lactobacillus acidophilus* em iogurte simbiótico. 2017. **Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção)** – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2017.

KURDI, P.; HANSAWASDI, C. Assessment of the prebiotic potential of oligosaccharide mixtures from rice bran and cassava pulp. **LWT - Food Science and Technology**, v. 63, n. 2, p. 1288-1293, 2015.

LUCATTO, J. N.; BUZANELLO, R. A. S.; MENDONÇA, S. N. T. G.; LAZAROTTO, T. C.; SANCHEZ, J. L.; BONA, E.; DRUNKLER, D. A. Performance of different microbial cultures in potentially probiotic and prebiotic yoghurts from cow and goat milks. **International Journal Of Dairy Technology**, v. 73, n. 1, p. 144-156, out. 2019.

MACHADO, M. T. C.; EÇA, K. S.; VIEIRA, G. S.; MENEGALLI, F. C.; MARTÍNEZ, J.; HUBINGER, M. D. Prebiotic oligosaccharides from artichoke industrial waste: evaluation of different extraction methods. **Industrial Crops and Products**, v. 76, p. 141-148, 2015.

MARADINI FILHO, A. M. M.; MENDONÇA, L. O.; MENDITI, N. S.; CARVALHO, R. V.; LUCIA, S. M. D. Aproveitamento de Resíduos Agroindustriais. **Tópicos especiais em ciência e tecnologia de alimentos**. Vitória: Editora Universitária-Edufes, 2020. Cap. 17. p. 287-301.

MENA-GARCÍA, A.; RUIZ-MATUTE, A. I.; SORIA, A. C.; SANZ, M. L. Green techniques for extraction of bioactive carbohydrates. **Trends in Analytical Chemistry**, v. 119, p. 1-10, 2019.

MELRO, E.; ANTUNES, F.; CRUS, I.; RAMOS, P.E.; CARVALHO, F. ALVES. Morphological, textural and physico-chemical characterization of processed meat products during their shelf life. **Food Structure**, v. 26, p. 100164, 2020

NASCIMENTO, M. H. A.; **logurte caprino sabor goiaba suplementado com oligofrutose e fermentado com *L. acidophilus*: avaliação in vitro de potencial probiótico**; Trabalho de conclusão de curso (Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande. Cuité, p. 45. 2016.

OLIVEIRA, M. N. e DAMIN, M. R.. Efeito do teor de sólidos e da concentração de sacarose na acidificação, firmeza e viabilidade de bactérias do iogurte e probióticas em leite fermentado. **Food Science and Technology** [online]. 2003, v. 23, pp. 172-176. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612003000400032>>. Acesso 20 Novembro 2022

OLIVEIRA, M.; FERREIRA, C. D.; LANG, G. H.; ROMBALDI, C. V. Brown, white and parboiled rice. In: COSTA DE OLIVEIRA, A.; PEGORARO, C.; EBELING VIANA, V. (ed.) The future of rice demand: quality beyond productivity. 1. ed. **Cham: Springer**, 2020. cap. 2, p. 25-45.

PAPADOPOULOU, O. S.; ARGYRI, A. A.; VARZAKIS, E. E.; TASSOU, C. C., CHORIANOPOULOS, N. G.. Greek functional Feta cheese: Enhancing quality and safety using a *Lactobacillus plantarum* strain with probiotic potential. **Food Microbiology**, v. 74, p. 21-33, 2018. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez66.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0740002017309036?via%3Dihub>. Acesso em: 07 dez. 2022.

PEREIRA, C. T. M.; PEREIRA, D. M.; BOLINI, H. M. A. Influence of a prebiotic and natural sweeteners on the sensory profile of skyr yogurt with mango pulp. **Journal Of Food Science**, v. 86, n. 6, p. 2626-2639, jun. 2021.

PIMENTEL, M. P.. **Desenvolvimento De Iogurte Simbiótico Elaborado Com Adição De Farinha De Yacon (*Smallanthus Sonchifolius*)**. 2022. 49 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal do Espírito Santo, Venda Nova do Imigrante - Es, 2022.

PLAZA-DÍAZ, J.; FONTANA, L.; GIL, A. Human milk oligosaccharides and immune system development. **Nutrients**, v. 10, p. 1-17, 2018.

QUEIROZ, M. B. **Elaboração e Caracterização Físico-Química e Sensorial de Iogurte Prebiótico de Acerola**. 2014. 42 f. TCC (Técnico em Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2014.

RICO, X.; GULLÓN, B.; YÁÑEZ, R. Environmentally friendly hydrothermal processing of melon by-products for the recovery of bioactive pectic-oligosaccharides. **Foods**, v. 9, p. 1-21, 2020.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, p. 1-16, 2006.

SAMAN, P.; FUCIÑOS, P.; VÁZQUEZ, J. A.; PANDIELLA, S. S. By-products of the rice processing obtained by controlled debranning as substrates for the production of probiotic bacteria. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 51, p. 167-176, 2019.

SILVA, Á. G. F.; BESSA, M. M.; DA SILVA, J. R.e. Elaboração e caracterização físico-química e sensorial de iogurte light prebiótico adoçado com mel. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 2, p. 74-84, 2017.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C A.; SILVEIRA, N. F. de A.. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água. São Paulo: Editora Blucher, 2017. 9788521212263..

SPAGGIARI, M.; DALL'ASTA, C.; GALAVERNA, G.; DEL CASTILLO BILBAO, M. D. Rice bran by-product: from valorization strategies to nutritional perspectives. **Foods**, v. 10, n. 85, p. 1-16, 2021.

SU, H.; CHEN, J.; MIAO, S.; DENG, K.; LIU, J.; ZENG, S.; ZHENG, B.; LU, X. Lotus seed oligosaccharides at various dosages with prebiotic activity regulate gut microbiota and relieve constipation in mice. **Food and Chemical Toxicology**, v. 134, p. 1-12, 2019.

TONINI, I. G. O.; VAZ, D. S. S.; MAZUR, C. E. Eixo intestino-cérebro: relação entre a microbiota intestinal e desordens mentais. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 9, n. 7, p. e499974303, Maio 2020.

WANG, L.; CHENG, R.; SUN, X.; ZHAO, Y.; GE, W.; YANG, Y.; GAO, Y.; DING, Z.; LIU, J.; ZHANG, J. Preparation and gut microbiota modulatory property of the oligosaccharide riclinoctaose. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 69, p. 3667-3676, 2021.

WANG, Y.; YU, J. Membrane separation processes for enrichment of bovine and caprine milk oligosaccharides from dairy byproducts. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 20, p. 3667-3689, 2021.

WU, X.; LI, F.; WU, W. Effects of rice bran rancidity on the oxidation and structural characteristics of rice bran protein. **LWT-Food Science and Technology**, v. 120, 2020.

ZEAITER, Z.; REGONESI, M. E.; CAVINI, S.; LABRA, M.; SELLO, G.; DI GENNARO, P. Extraction and characterization of inulin-type fructans from artichoke wastes and their effect on the growth of intestinal bacteria associated with health. **BioMed Research International**, p. 1-8, 2019.

ZHAO Z.; LIU, W.; PI, X. In vitro effects of stachyose on the human gut microbiota. **Starch: biosynthesis, nutrition, biomedical**, v. 73, n. 7-8, 2021.