

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GRACIRLEIDE PEREIRA DA CRUZ**

**MARIVANI TERESINHA FRIZZO**

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM ADIÇÃO DE PSYLLIUM (*Plantago ovata*  
L.)**

**MEDIANEIRA**

**2023**

**GRACIRLEIDE PEREIRA DA CRUZ**  
**MARIVANI TERESINHA FRIZZO**

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM ADIÇÃO DE PSYLLIUM (*Plantago ovata*  
L.)**

**Development of yogurt added to psyllium (*Plantago ovata* L.)**

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

Orientador(a): Profa. Dra. Rosana Aparecida da Silva Buzanello.

Coorientador(a): Profa. Ms. Eliana Maria Baldissera.

**MEDIANEIRA**

**2023**



[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.

**GRACIRLEIDE PEREIRA DA CRUZ**  
**MARIVANI TERESINHA FRIZZO**

**DESENVOLVIMENTO DE IOGURTE COM ADIÇÃO DE PSYLLIUM (*Plantago ovata*  
L.)**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Tecnólogo em Alimentos da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 19 de junho de 2023

---

Profa. Rosana Aparecida da Silva Buzanello  
Doutora em Ciência de Alimentos  
UTFPR Campus Medianeira

---

Profa. Eliana Maria Baldissera  
Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos  
UTFPR Campus Medianeira

---

Profa. Gláucia Cristina Moreira  
Doutora em Agronomia  
UTFPR Campus Medianeira

---

Profa. Marinês Paula Corso  
Doutora em Ciência de Alimentos  
UTFPR Campus Medianeira

**MEDIANEIRA**

**2023**

Dedicamos este trabalho a Deus, que soprou seu folego de vida em nós sustento dando coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Deus pela vida que concedeu, que fez com que nossos objetivos fossem alcançados durante todos os anos de estudos e por permitir ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização deste trabalho.

À nossa orientadora Profa. Rosana Aparecida da Silva Buzanello e à coorientadora Profa. Eliana Maria Baldissera, pela sabedoria e pelas valiosas contribuições dadas durante todo o processo, nosso carinho e agradecimento eterno.

As autoras agradecem a CEANMED - Central Analítica Multiusuário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira, Paraná, Brasil, pelos ensaios realizados.

Enfim, não menos importante a nossa família por todo o apoio e incentivo nos momentos difíceis e por compreenderem a nossa ausência enquanto dedicávamos à realização deste trabalho.

## RESUMO

O psyllium é um alimento funcional com alto teor de fibras insolúveis e solúveis possui propriedades de hidrocoloides naturais e probióticas que permitem sua utilização em produtos alimentícios com a finalidade de uma dieta mais saudável. Este trabalho teve como objetivo elaborar formulações de iogurte com adição de psyllium, avaliando suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Foi estudada a aplicação de psyllium integral moído (PSY) e de sua mucilagem (MUC). As formulações F1 (1% PSY), F2 (2% PSY), F3 (1% MUC) e F4 (2% MUC) foram produzidas e comparadas à uma formulação controle (C). O teor de umidade das amostras variou de 71,39 a 75,11%, sendo que F3 e F4 exibiram os maiores valores, possivelmente relacionado a incorporação de mucilagem. Amostras adicionadas de PSY (F1 e F2) exibiram menores teores de umidade, possivelmente relacionado a agregação de maior conteúdo de sólidos à formulação, corroborando com os maiores teores de carboidratos (19,38% e 19,78%, respectivamente) observados, sugerindo a agregação de fibras alimentares ao produto. A fermentação dos iogurtes ocorreu até atingir 1% de acidez em ácido láctico, sendo que C e F3 atingiram em 5 h de fermentação, enquanto que F2 e F4 levaram 6 h e F1 levou 7 h. Com relação a cor, as amostras adicionadas PSY resultaram em amostras mais escuras se comparadas à controle, evidenciados pelos menores valores dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  e  $h^\circ$ , enquanto que as amostras adicionadas de MUC exibiram valores superiores ou similares à controle. Com relação a atividade de água, F1 e F2 exibiram os menores valores, enquanto que C, F3 e F4 foram similares entre si. Estes resultados demonstram que a presença de fibras provenientes do PSY contribuiu para o aumento da ligação do substrato com a água, reduzindo o conteúdo de água livre. As amostras C e F3 não exibiram sinérese, enquanto que a amostra F2 exibiu o maior valor (11,2%), seguida das amostras F1 (8,3%) e F4 (8,4%), similares entre si. Estes resultados sugerem que o maior tempo de fermentação reportado para estas amostras pode ter resultado em uma maior proteólise e, consequentemente, maior sinérese no iogurte produzido. Todas as amostras atenderam aos requisitos microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente. As amostras C, F1 e F4 foram submetidas a avaliação da aceitação sensorial com 108 avaliadores não treinados pelo teste de escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra de 5 pontos. A amostra C foi considerada a mais aceita pelos consumidores em relação aos atributos aceitação global (8,5), aparência (8,3), consistência (8,2) e intenção de compra (4,7). Contudo, F4 foi a segunda amostra mais aceita para os referidos atributos e não diferiu da amostra C com relação ao aroma, sabor e acidez, exibindo médias acima de 7,5 para todos os atributos e intenção de compra de 4,4, indicando boa aceitação sensorial. Pode-se concluir que a adição de mucilagem de psyllium, nas condições estudadas, pode ser uma alternativa viável para incorporação de fibras alimentares ao iogurte natural, com propriedades químicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais aceitáveis.

**Palavras-chave:** alimento funcional; avaliação sensorial; fermentação; psyllium.

## ABSTRACT

Psyllium is a functional food with a high content of insoluble and soluble fibers with properties of natural hydrocolloids and probiotics that allow its use in food products with the purpose of a healthier diet. The objective of this work was to elaborate yogurt formulations with the addition of psyllium (*Plantago ovata* Forsk.), evaluating their physical-chemical, microbiological and sensory characteristics. The application of ground whole psyllium (PSY) and psyllium mucilage (MUC) was studied. Formulations F1 (1% PSY), F2 (2% PSY), F3 (1% MUC) and F4 (2% MUC) were produced and compared to a control formulation (C). The moisture content of the samples ranged from 71.39 to 75.11%, with F3 and F4 showing the highest values, possibly related to mucilage incorporation. Samples added with PSY (F1 and F2) exhibit lower moisture contents, possibly related to the aggregation of a higher solid contents to the formulation, corroborating the higher carbohydrate contents (19.38% and 19.78%, respectively) observed, suggesting the addition of dietary fiber to the product. Yogurt fermentation occurred until reaching 1% acidity in lactic acid, where C and F3 reached in 5 h of fermentation, while F2 and F4 took 6 h and F1 took 7 h. In instrumental color, the PSY-added samples resulted in darker samples if compared to the control, evidenced by lower values of the parameters  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$  and  $h^\circ$ , while the MUC-added samples exhibited higher values or similar to control. Regarding water activity, F1 and F2 exhibit the lowest values, while C, F3 and F4 were similar to each other. These results demonstrated that the presence of fibers from PSY contributed to the increase in the binding of substrates with water, offering free water content. Samples C and F3 do not exhibit syneresis, while sample F2 exhibits the highest value (11.2%), followed by samples F1 (8.3%) and F4 (8.4%), similar to each other. These results suggest that the longer fermentation time reported for this sample may have resulted in greater proteolysis and, consequently, greater syneresis in the yogurt produced. All samples met the microbiological requirements achieved by current legislation. C, F1 and F4 samples were submitted to acceptance sensory evaluation with 108 untrained evaluators by 9-point hedonic scale and 5-point purchase intention. The sample C was considered the most accepted by consumers in relation to the attributes overall liking (8.5), appearance (8.3), consistency (8.2) and purchase intention (4.7). However, F4 was the second most accepted sample for the mentioned attributes and did not differ from sample C regarding aroma, flavor and acidity, showing averages above 7.5 for all attributes and purchase intention of 4.4, indicating good sensory acceptance. It can be concluded that the addition of psyllium mucilage, under the conditions tested, can be a viable alternative for incorporating dietary fibers into natural yogurt, with chemical, physical-chemical, microbiological and sensory properties.

**Keywords:** functional food; sensory evaluation; fermentation; psyllium.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo de elaboração do iogurte.....	22
Figura 2 - Curva de acidez das amostras iogurte controle (C), adicionadas de 1% de psyllium integral (F1), 2% de psyllium (F2), 1% de mucilagem de psyllium (F3) e 2% de mucilagem de psyllium (F4).....	31
Figura 3 - Imagens das formulações de iogurte natural integral controle (C), com adição de 1% de psyllium integral (F1) e com adição de 2% de mucilagem de psyllium (F4).....	36



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Formulações de iogurte controle (C) e com adição de psyllium (F1 e F2) ou mucilagem de psyllium (F3 e F4).....	21
Tabela 2 - Composição centesimal das formulações de iogurte.....	28
Tabela 3 - Medida instrumental de cor das amostras de iogurte.....	32
Tabela 4 – Caracterização da atividade de água e sinérese.....	34
Tabela 5 – Contagens microbianas para amostras de iogurte.....	35
Tabela 6 - Aceitação sensorial das amostras de iogurte natural integral controle (C), adicionados de 1% de psyllium integral (F1) e adicionados de 2% de mucilagem de psyllium (2%).....	37

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>14</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1</b>	<b>logurte .....</b>	<b>15</b>
<b>3.2</b>	<b>Produtos funcionais.....</b>	<b>17</b>
<b>3.3</b>	<b>Psyllium.....</b>	<b>17</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Material.....</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Métodos.....</b>	<b>20</b>
4.2.1	Extração da mucilagem .....	20
4.2.2	Produção dos iogurtes.....	20
4.2.3	Composição centesimal dos iogurtes .....	22
<u>4.2.3.1</u>	<u>Determinação do teor de umidade .....</u>	<u>22</u>
<u>4.2.3.2</u>	<u>Determinação do teor de cinzas .....</u>	<u>22</u>
<u>4.2.3.3</u>	<u>Determinação do teor de proteínas .....</u>	<u>23</u>
<u>4.2.3.4</u>	<u>Determinação do teor de lipídios.....</u>	<u>23</u>
<u>4.2.3.5</u>	<u>Determinação do teor de carboidratos .....</u>	<u>24</u>
4.2.4	Propriedades físico-químicas dos iogurtes .....	24
<u>4.2.4.1</u>	<u>Determinação da acidez.....</u>	<u>24</u>
<u>4.2.4.2</u>	<u>Determinação do pH.....</u>	<u>25</u>
<u>4.2.4.3</u>	<u>Medida instrumental de cor .....</u>	<u>25</u>
<u>4.2.4.4</u>	<u>Atividade de água.....</u>	<u>25</u>
<u>4.2.4.5</u>	<u>Sinérese .....</u>	<u>25</u>
4.2.5	Análises microbiológicas dos iogurtes .....	26
4.2.6	Análise sensorial .....	26
4.2.7	Análise estatística.....	27
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1</b>	<b>Composição centesimal .....</b>	<b>28</b>
<b>5.2</b>	<b>Propriedades físico-químicas.....</b>	<b>30</b>
5.2.1	Acidez e pH .....	30
5.2.2	Medida instrumental de cor .....	32

5.2.3	Atividade de água e sinérese .....	33
<b>5.3</b>	<b>Análises microbiológicas .....</b>	<b>34</b>
<b>5.4</b>	<b>Análise sensorial.....</b>	<b>35</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>
	<b>APÊNDICE A – Questionário .....</b>	<b>43</b>
	<b>APÊNDICE B – Ficha de Avaliação Sensorial .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Metchnikoff, cientista russo do século XX, foi o primeiro a apresentar uma explicação sobre os efeitos benéficos que as bactérias lácticas presentes no leite fermentado trazem para a saúde humana. O leite fermentado era atribuído a uma ótima saúde e a longevidade quando consumido por períodos prolongados. Na França o leite fermentado era atribuído a cura de infecções intestinais e no auxílio da indigestão (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Entende-se por leites fermentados os produtos adicionados ou não de outras substâncias alimentícias, obtidas pela coagulação e diminuição do pH do leite, adicionados ou não de outros produtos lácteos, mediante ação de microrganismos específicos, sendo viáveis e abundantes no produto final (BRASIL, 2007).

Segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados (BRASIL, 2007) é obrigatória a utilização dos seguintes ingredientes: leite, leite reconstituído padronizado em seu conteúdo de gordura, cultivos de bactérias lácticas ou específicas. Sendo opcionais a manteiga, creme, gordura anidra de leite ou *butter oil*, leite em pó, caseinatos alimentícios, proteínas lácteas, soro lácteos, frutas em forma de pedaços, polpas, sucos e outros preparos a base de frutas, mel, coco, cereais, frutas secas, chocolate, café, amidos e açúcares. Os ingredientes opcionais não lácteos, sozinhos ou combinados, deverão estar presentes em uma proporção máxima de 30% (m/m) do produto final (BRASIL, 2007).

O termo leite fermentado compreende uma ampla escala de diferentes produtos lácteos obtidos pela fermentação do leite por microrganismos específicos. Dentre eles está o iogurte que possui característica de gel suave e viscoso, consistente e com aroma e sabor delicado (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

O iogurte consiste no resultado da fermentação do leite pela ação das bactérias *Lactobacillus delbruechii* subsp. *bulgaricus* e *Streptococcus salivarius* subsp. *termophilus* (BRASIL, 2007).

A composição dos nutrientes do iogurte está relacionada com a composição do nutriente do leite a partir do qual é derivado, sendo esta afetada por vários fatores, como genética, alimentação, estágio de lactação, idade, exposição do leite ao calor, condições de armazenamento, espécie e a fermentação (afetadas pelas cepas de bactérias usadas) (ADOLFSSON; MEYDANI; RUSSELL, 2004).

Para a elaboração do iogurte é necessária a utilização da matéria-prima de qualidade, isenta de inibidores, avaliando parâmetros de acidez, estabilidade térmica, densidade e carga microbiana. Após ocorrerá a padronização do leite pela adição de leite em pó para aumentar o teor de sólidos totais, aumentando assim a consistência e incorporação de soro, aumentando o extrato seco desengordurado de 8,5% para 11% (VIDAL; NETTO, 2018).

Os microrganismos probióticos fornecem benefícios ao ser humano no equilíbrio da flora gastrointestinal, prevenindo doenças, como redução a intolerância à lactose, tendência de desenvolvimento de carcinoma, controle de infecções intestinais (PONHOZI; GOMES, 2017).

Além dos benefícios potenciais à saúde relatados pela indigestão de bebidas fermentadas como o iogurte, tem-se as vantagens quanto a ingestão de fibras alimentares. O psyllium é um polissacarídeo fibroso que vem sendo estudado devido aos seus benefícios fisiológicos positivos, suas propriedades nutricionais, sendo usado principalmente em produtos alimentícios com o objetivo de trazer uma dieta mais equilibrada ao consumidor e benefícios à saúde, como controle do colesterol, diabetes, auxiliando na perda de peso e saciedade (FRANCO *et al.*, 2020).

Ponhozi e Gomes (2017) estudaram a aplicação do gel de psyllium na elaboração de iogurte potencialmente probiótico nas concentrações de 0,5, 1,0 e 1,5% avaliando suas características físico-químicas e comportamento reológico. Os iogurtes elaborados com maior porcentagem de mucilagem (1,0 e 1,5%) obtiveram valores superiores de proteínas, cinzas, sólidos totais e viscosidade em comparação a amostra com 0,5% de mucilagem. Choobari *et al.* (2021) avaliaram a aplicação de diferentes concentrações de mucilagem de psyllium (0,5, 1 e 2%) em iogurte desnatado adicionados de probiótico, sendo observada que a adição de 1% apresentou melhor aceitação sensorial em termos de aceitação global e textura.

Desta forma, a incorporação de psyllium em iogurtes apresenta-se como uma alternativa viável, agregando fibras alimentares ao produto.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Elaborar formulações de iogurte com adição de psyllium (*Plantago ovata* L.), avaliando suas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

### 2.2 Objetivos específicos

- Extrair a mucilagem do psyllium integral.
- Elaborar iogurtes adicionados de psyllium integral ou mucilagem de psyllium, variando sua concentração, comparando-as a uma formulação controle.
- Determinar a composição centesimal dos iogurtes elaborados.
- Avaliar as propriedades físico-químicas dos iogurtes, em termos de: acidez, medida instrumental de cor, pH, atividade de água e sinérese.
- Avaliar a qualidade microbiológica dos iogurtes.
- Analisar sensorialmente os atributos aparência, aroma, sabor, acidez, consistência e aceitação global dos iogurtes da formulação C, F1 e F4 utilizando os testes de escala hedônica e escala *fact* de intenção de compra.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Iogurte

O leite é um dos alimentos mais completos em sua forma natural, rico em nutrientes e com constituintes de importância nutricional para o homem. O leite e seus derivados formam um grupo de grande importância como suprimento nutricional e desenvolvimento humano, fornecendo contribuições significativas de cálcio, magnésio, selênio, riboflavina, vitamina B12 e ácido pantotênico (QUINTINO, 2012).

O leite é uma rica matéria-prima, que é possível integrar em diferentes atividades no segmento da indústria alimentícia, sendo possível criar uma variedade de produtos. Dentre os produtos lácteos desenvolvidos, o iogurte tem apresentado taxas de crescimento entre o consumidor devido a sua praticidade, diversificação de sabores e aromas, além da possibilidade do enriquecimento do produto com vitaminas e minerais (SILVA; PANDOLFI, 2020).

O iogurte é um produto que provem da fermentação do leite devido a ação da cultura láctica *Streptococcus salivarius* subsp. *termophilus* que atua no crescimento dos microrganismos e baixa do pH e *Lactobacillus delbruecki* subsp. *bulgaricus* com o desdobramento parcial da caseína e a liberação de aminoácidos essenciais para seu desenvolvimento (BRASIL, 2007). Apresenta fonte rica em proteínas, fósforo, vitamina B6, carboidratos, potássio, riboflavina fornecendo uma melhor assimilação dos componentes pelo organismo (RAMOS, 2018). Sendo recomendado para ser consumido devido a suas características sensoriais, probióticas e nutricionais, o iogurte pode ser elaborado com leite contendo alto teor de sólidos, cultura láctica e açúcar, e ser acrescentados de leite em pó, proteínas, vitaminas e minerais para seu enriquecimento nutricional (RODAS *et al.*, 2001). Sua consistência deve ser firme, pastosa ou semissólida, de coloração branca, odor e sabor característico, apresentando características físico-química de 3,0 g de gordura/100 g e acidez entre 0,6 g a 1,5 g de ácido láctico/100 g (BRASIL, 2007).

O processo de produção do iogurte consiste em três tipos aos quais são classificados de acordo com a consistência e textura, sendo iogurte tradicional, batido e líquido. O iogurte tradicional atinge uma consistência mais firme em decorrência da sua fermentação ser realizada na própria embalagem final. O iogurte batido em

contrapartida é realizado em fermentadoras ou incubadoras fazendo com que ocorra a quebra do coágulo, resultando em um produto menos firme. Por fim, o iogurte líquido, sendo que sua fermentação ocorre em tanques e é comercializado em embalagens do tipo garrafa (OLIVEIRA *et al.*, 2015).

A presença de sabor também influencia na diferenciação do iogurte. Nesta categoria o iogurte é classificado em três categorias: natural (ausência de sabor), com frutas (aromatização natural) ou aromatizado (com adição de flavorizantes) (BRASIL, 2007).

Os produtos lácteos fermentados podem ser classificados de acordo com o conteúdo da sua matéria gorda: com creme (mínimo de 6% de matéria gorda), integral (mínimo de 3% de matéria gorda), parcialmente desnatado (máximo de 2,9% de matéria gorda) e desnatado (máximo de 0,5% de matéria gorda). A legislação também prevê um máximo de ingredientes opcionais não lácteos, na qual é permitido o máximo de 30% m/m antes, durante e após a fermentação. No produto final é exigido um mínimo de proteína de 2,9 g por 100 g de iogurte (BRASIL, 2007).

Para a produção do iogurte é necessária a utilização do leite de boa qualidade. O teor de gordura deve atender a padronização de 3 a 4% da fermentação (CARETTA; ROCHA, 2021). Os sólidos totais têm efeito marcante na firmeza do gel, quanto maior a porcentagem de sólidos mais firme é o produto, devendo ter 12% de sólidos não gordurosos no iogurte tradicional (BRASIL, 2007).

Posteriormente a mistura é homogeneizada a fim de reduzir o tamanho dos glóbulos de gordura, prevenindo a separação da gordura, melhorando sua consistência e a viscosidade, resultando em um produto liso e cremoso. Essa fase é realizada em temperaturas de 50 °C a 60 °C. A pasteurização deverá ocorrer com uma temperatura maior que a utilizada para leite fluído, a fim de ocorrer a desnaturação da caseína e das proteínas do soro, melhorando a incorporação do soro, a consistência e a viscosidade no produto final (VIDAL; NETTO, 2018).

O iogurte passará pelo resfriamento em temperatura de 40 °C a 45 °C. Após é realizada a homogeneização e incubação até que ocorra a fermentação da lactose em ácido láctico e estabeleça a coagulação ácida e o desenvolvimento das características sensoriais do produto, com aspecto liso e brilhoso (VIDAL; NETTO, 2018). O *Streptococcus thermophilus* têm ativação na primeira instância devido as características do pH do leite. O *Lactobacillus bulgaricus* têm posterior crescimento, quando a produção do ácido láctico se acumula, garantido a fermentação pela



simbiose. Quando o pH atinge 4,5 a 4,7, o produto então é resfriado de 40 a 45 °C para 10 °C para paralisar a multiplicação da cultura (CARETTA; ROCHA, 2021). Procura-se manter abundantemente ácido e aromático o produto, e seu pH pode variar de 3,6 a 4,2 podendo atingir até 4,5 (RODAS *et al.*, 2001).

### 3.2 Produtos funcionais

A agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999, regulamenta os procedimentos para registro de rótulos com alegações de alimentos com propriedades funcionais e de saúde. De acordo com esta resolução, a alegação de propriedade funcional é relativa ao papel metabólico ou fisiológico no desenvolvimento, manutenção e crescimento do ser humano, já a alegação de propriedade a saúde afirma ou sugere que o ingrediente adicionado ao produto proporciona benefício a saúde (BRASIL, 1999).

Um exemplo de composto com propriedades funcional é o psyllium que tem sido usado especialmente para prevenir o quadro de constipação, síndrome do intestino irritável, diarreia, sendo conhecido também como um agente redutor de colesterol para uso em hipercolesterolemia. A ANVISA e o *Food and Drug Administration* (FDA) autorizam declarar nos rótulos de produtos alimentares que foram adicionados desta fibra, desde que atendam a quantidade mínima exigida (FRANCO *et al.*, 2020).

De acordo com a Instrução Normativa nº 75 de 2020, que estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, o produto alimentício pode declarar na rotulagem que é fonte de fibra alimentar quando apresentar no mínimo 2,5 g de fibras por porção de referência ou por embalagem no produto pronto para consumo (BRASIL, 2020). Conforme a porção recomendada para iogurte na referida legislação (200 g) o teor de fibra alimentar do produto fonte de fibras deveria conter, portanto, 1,25 g por 100 g de iogurte.

### 3.3 Psyllium

O psyllium (*Plantago ovata* L.) é oriundo da Ásia Ocidental, classificado como fibra natural, possui uma safra anual com uma produção de 39.000 toneladas por ano,

o que representa 85% de seu fornecimento mundialmente (FRANCO *et al.*, 2020). O componente principal do psyllium é a mucilagem, que é extraída da semente e da casca, o que representa de 10 a 30% de sua estrutura. A casca possui uma proporção de hemicelulose alta composta por cadeias xilanas ligadas a ácido galacturônico e arabinose, em proporção a semente 35% de polissacarídeos solúveis a 65% de insolúveis (RIBAS, 2011).

As mucilagens extraídas da semente formam um gel transparente quando a fibra solúvel é misturada com a água. A viscosidade deste gel pode interferir na absorção de gordura e colesterol, o que pode resultar em concentrações reduzidas de colesterol no sangue (ROCHA, 2017).

Segundo Marquez-Escalante *et al.* (2018) a formação de mucilagem no psyllium é devido ao conteúdo de xilose e arabinose contribuindo para a microbiota intestinal e estimulando o crescimento seletivo de bactérias intestinais benéficas. O gel formado possui uma alta constância térmica e química, propriedades biodegradáveis, comestíveis, biocompatíveis, não cancerígenas e não tóxicas, o que assegura sua aplicação numa ampla variedade de produtos alimentícios, como espessantes, encapsulante de sabores e inibidores de cristalização. Sua incorporação no alimento não afeta características sensoriais como: aroma, sabor e aparência (SOUZA, 2018).

Em estudo proposto por Oliveira (2015) foi avaliada a adição de psyllium em formulações de pudim, sendo testadas as concentrações de 6, 9 e 13 g de psyllium em pudim com substituição de 30% do leite condensado por mel, índices de aceitação para os atributos aparência, aroma, sabor, textura, impressão global e intenção de compra foram superiores a 70% tanto para a formulação controle (sem psyllium) quanto para as formulações adicionadas de 6 e 9 g de psyllium, indicando boa aceitabilidade. Com exceção do atributo aroma, a formulação com 13 g apresentou os demais índices de aceitação inferiores. Estes resultados demonstram que é possível fazer a adição do psyllium na fabricação de alimentos com proposta de agregar valor nutricional ao produto.

Bernardes (2019) estudou a aplicação de farinha de linhaça e psyllium em pães veganos sem glúten. Os autores observaram que o aumento da adição de psyllium aumentou o conteúdo de fibras nos pães, sendo que as formulações elaboradas com 1,5 e 2,0% de psyllium puderam ser classificadas com alto teor de fibras. Além disso, a adição de 1,5% de psyllium resultou em pães com menor firmeza

e mastigabilidade, contribuindo para a redução da firmeza durante a vida útil do produto. Na avaliação sensorial, os pães apresentaram índices de aceitação acima de 70%, demonstrando boa aceitação.

Choobari *et al.* (2021) estudaram a aplicação de diferentes concentrações de mucilagem de psyllium (0,5, 1 e 2%) em iogurtes com baixo teor de lipídios, adicionados de *Lactobacillus acidophilus*. Os autores observaram aumento da viabilidade do *L. acidophilus* em formulações com 2% de mucilagem, bem como, menor acidez e menor pH, em comparação com uma formulação controle. Além disso, a adição da mucilagem contribuiu para o aumento da capacidade de retenção de água do produto durante a estocagem por 21 dias, diminuindo a sinérese. Os iogurtes formulados apresentaram aceitação sensorial similar em termos de sabor, contudo, a formulação com 1% de mucilagem de psyllium exibiu maior aceitabilidade em termos de aceitação global e textura. Estes resultados demonstram a viabilidade da aplicação da mucilagem de psyllium na formulação de iogurtes possibilitando um produto com propriedades tecnológicas e funcionais melhoradas.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material

Psyllium integral moído, leite integral pasteurizado UHT, leite em pó integral e açúcar cristal, utilizados na fabricação do iogurte, foram adquiridos no comércio local da cidade de Medianeira/PR.

A elaboração do iogurte foi realizada no Laboratório de Laticínios e as análises de composição centesimal e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos. As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia e as análises sensoriais no Laboratório de Análise Sensorial. Todos os referidos laboratórios localizados na UTFPR, Campus Medianeira.

### 4.2 Métodos

#### 4.2.1 Extração da mucilagem

Antes da extração da mucilagem o psyllium foi desinfetado em câmara de luz ultravioleta por 30 minutos. Para a extração da mucilagem de psyllium foi utilizada a metodologia proposta por Choobari *et al.* (2021) com adaptações. O psyllium integral foi adicionado em água destilada em temperatura ambiente na proporção de 20:1 (água: psyllium) para hidratação por 40 minutos. Após, a mistura foi centrifugada (centrifuga Hettich 420R) a 6000 rpm por 15 minutos a uma temperatura de 25 °C. A mucilagem foi armazenada sob refrigeração (4 °C) por 24 horas, até o preparo das formulações de iogurte.

#### 4.2.2 Produção dos iogurtes

Foram elaboradas duas formulações de iogurte com adição de psyllium, duas formulações com adição de mucilagem de psyllium e uma formulação controle, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1 - Formulações de iogurte controle (C) e com adição de psyllium (F1 e F2) ou mucilagem de psyllium (F3 e F4)**

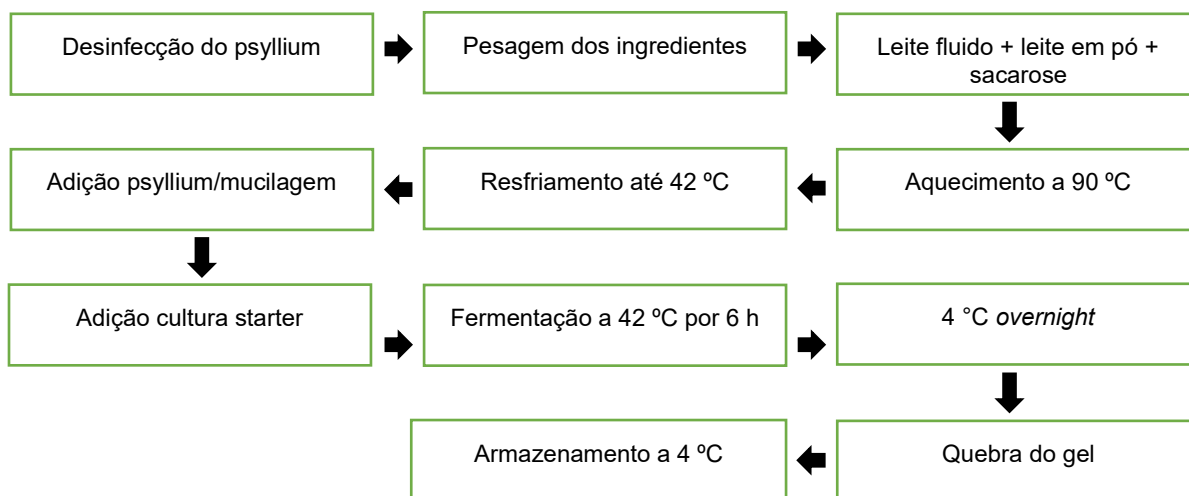
Ingredientes	C (% <sub>m/m</sub> )	F1 (% <sub>m/m</sub> )	F2 (% <sub>m/m</sub> )	F3 (% <sub>m/m</sub> )	F4 (% <sub>m/m</sub> )
Leite integral fluido	85,90	85,90	85,90	85,90	85,90
Sacarose	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Leite em pó integral	4,07	3,07	2,07	3,07	2,07
Psyllium	0,00	1,00	2,00	0,00	0,00
Mucilagem	0,00	0,00	0,00	1,00	2,00
Cultura starter	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Para a elaboração do iogurte, todos os ingredientes foram pesados em balança semi-analítica (modelo BCW15, marca Welmy). O leite integral fluido juntamente com os ingredientes secos (com exceção da cultura starter) foram misturados até completa dissolução sob aquecimento em fogo médio. A mistura foi homogeneizada até atingir uma temperatura de 90 °C. Após a mistura foi levada para um banho de gelo até atingir 42 °C. Em seguida o psyllium ou a mucilagem foram adicionados, bem como a cultura starter, sendo homogeneizados novamente até a completa dispersão dos ingredientes.

Posteriormente, os preparados foram vertidos em erlenmeyers de 1 L e incubados a 42 °C sem agitação em estufa incubadora shaker (SL-221, Solab). Ao atingir o pH próximo a 4,6 e acidez em ácido láctico próxima a 1% (BRASIL, 2007), o produto foi mantido sobre refrigeração *overnight* para posteriormente realizar a quebra do gel manualmente até obter uma mistura homogênea. Os iogurtes foram armazenados em recipientes plásticos herméticos em câmara de resfriamento a  $4 \pm 2$  °C. As etapas de elaboração dos iogurtes estão apresentadas no Figura 1.

**Figura 1 - Fluxograma do processo de elaboração do iogurte**



Fonte: Autoria própria (2023)

#### 4.2.3 Composição centesimal dos iogurtes

As determinações da composição centesimal dos iogurtes foram realizadas em triplicata, conforme metodologias descritas a seguir.

##### 4.2.3.1 Determinação do teor de umidade

A análise foi realizada utilizando o método gravimétrico de perda de massa por dessecação em estufa a 105 °C descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Para tanto, 2 g de amostras foram pesados em cadinho de porcelana em balança analítica e posteriormente secas em estufa a 105 °C e resfriadas em dessecador e o procedimento foi repetido até atingir peso constante.

##### 4.2.3.2 Determinação do teor de cinzas

As cinzas foram determinadas pelo método de incineração em mufla a 550 °C com carbonização prévia, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foram pesados 2 g de cada amostra em cadinhos, previamente aquecido em mufla a 550 °C e posteriormente resfriados em dessecador até atingir temperatura ambiente. As amostras foram submetidas a carbonização em bico de Bunsen, em seguida incineradas a 550 °C em mufla, até a eliminação completa do carvão. Após,

as amostras incineradas foram resfriadas em dessecador até temperatura ambiente, para posterior pesagem e obtenção dos resultados.

#### 4.2.3.3 Determinação do teor de proteínas

As proteínas foram quantificadas pela determinação de nitrogênio pelo método de micro Kjeldahl, utilizando o fator de conversão de 6,38, segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). Foi pesado 1,0 g da amostra e transferido para tubo de Kjeldahl com 2,5 g de mistura catalítica e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Após, os tubos foram acondicionados em bloco digestor para digestão, onde permaneceram por aproximadamente 5 horas até atingir 400 °C. Quando as amostras atingiram coloração límpida azul-esverdeada os tubos foram retirados do aquecedor e resfriados em temperatura ambiente. As amostras foram diluídas com 10 mL de água destilada e neutralizada com solução de hidróxido de sódio 50%. Posteriormente, as amostras foram destiladas e a amônia coletada em 20 mL de solução de ácido bórico a 4% contendo indicador misto (vermelho de metila e verde de bromocresol). Após, a solução de borato de amônio foi titulada com uma solução de HCl 0,1 mol/L até a viragem do indicador e o teor de nitrogênio foi determinado conforme Equação 2, sendo convertido para proteína bruta, multiplicando-se o teor de nitrogênio total pelo fator de conversão de 6,38.

$$\text{Nitrogênio total (\%)} = \frac{V \times N \times f \times 0,014 \times 100}{m} \quad (2)$$

Em que:  $V$  = volume da solução de ácido clorídrico 0,1 N gasto na titulação após a correção do branco, em mL;  $N$  = normalidade teórica da solução de ácido clorídrico 0,1 N;  $f$  = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 N;  $m$  = massa da amostra, em gramas.

#### 4.2.3.4 Determinação do teor de lipídios

A determinação do teor de lipídios foi realizada gravimetricamente pelo método de Bligh e Dyer (1959) com adaptações. Foram pesados 15 g da amostra e o teor de umidade foi corrigido para 80%. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas com 30 mL de metanol e 15 mL de clorofórmio durante 5 minutos,

depois foram adicionados 15 mL de clorofórmio e continuou-se a homogeneização por 2 minutos. Em seguida, 15 mL de água destilada foi incorporada à mistura que permaneceu sob homogeneização por mais 5 minutos. Por fim, as amostras foram filtradas e o filtrado transferido para um funil de separação. Uma solução saturada de NaCl equivalente a 1/5 do volume que foi filtrado foi adicionada no funil de separação. Após a separação das fases, a fase inferior contendo clorofórmio e lipídios foi coletada em um balão de fundo chato e o solvente foi evaporado em um evaporador rotativo (801, Fisatom, São Paulo, SP, Brasil) em banho-maria a  $33 \pm 2$  °C. O teor de lipídios foi determinado após a secagem dos balões em estufa a 105 °C por 1 h.

#### 4.2.3.5 Determinação do teor de carboidratos

A determinação do teor de carboidratos das amostras foi estimada por diferença, conforme Equação 1.

$$\text{Carboidratos(\%)} = [100\% - (\text{umidade\%} + \text{cinzas\%} + \text{lipídios\%} + \text{proteínas\%})] \quad (1)$$

#### 4.2.4 Propriedades físico-químicas dos iogurtes

As determinações da composição físico-química dos iogurtes foram realizadas em triplicata, conforme metodologias descritas a seguir.

##### 4.2.4.1 Determinação da acidez

A acidez das amostras foi determinada por titulação com solução NaOH 0,1 N, de acordo com o procedimento descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008). 10 g de amostras foram diluídas em 10 mL de água destilada e adicionadas de 3 gotas do indicador fenolftaleína 1% sendo em seguida submetidas à titulação. O teor de acidez expresso em % de ácido láctico foi determinado conforme a Equação 3.



$$\% \text{ de ácido láctico} = \frac{V \times f \times 0,9}{m} \quad (3)$$

Em que:  $V$  = volume da solução de NaOH 0,1 N gasto na titulação, em mL;  $f$  = fator de correção da solução de NaOH 0,1 N; 0,9 = fator de conversão para ácido láctico;  $m$  = massa da amostra, em gramas.

#### 4.2.4.2 Determinação do pH

O pH foi determinado através de leitura direta, em potenciômetro (Lucadema modelo Luca-210), calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0 conforme descreve o Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

#### 4.2.4.3 Medida instrumental de cor

A medida instrumental de cor foi realizada em colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta), empregando iluminante D65 a 10° do observador. Foram determinados os valores de  $L^*$  (luminosidade),  $a^*$  (componente verde-vermelho),  $b^*$  (componente azul-amarelo),  $h^\circ$  (ângulo *hue*) e  $C^*$  (*Chroma*) expressos no sistema de cor CIELAB (*Comission International for Illumination*) (CIE 15, 2004).

#### 4.2.4.4 Atividade de água

A atividade de água foi determinada por equipamento AquaLab 4TE®, (Decagon Devices) a temperatura de 25 °C.

#### 4.2.4.5 Sinérese

A sinérese foi determinada pela expulsão do soro sob força centrífuga pelo método descrito por Keogh e O’Kennedy (1998). Para tanto, 10 g da amostra foram transferidos em tubos Falcon, submetidos a centrifugação (centrífuga Cientec 5000 R) a 5000 rpm por 20 minutos a 10 °C. O soro sobrenadante final foi pesado e o percentual de sinérese calculado conforme Equação 4.

$$\% \text{ sinérese} = \frac{g \text{ sobrenadante}}{g \text{ amostra}} \times 100 \quad (4)$$

#### 4.2.5 Análises microbiológicas dos iogurtes

Para atestar a segurança microbiológica das amostras a serem avaliadas na análise sensorial, foram realizadas as análises exigidas pelo Instrução Normativa nº 161, de julho de 2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos (BRASIL, 2022), sendo a contagem de *Salmonella sp.*, *Escherichia coli* e bolores e leveduras. Todas as análises foram realizadas em duplicata e seguiram os procedimentos descritos pelo Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água (SILVA *et al.*, 2017).

#### 4.2.6 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada após aprovação deste projeto pelo Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do campus de Medianeira da UTFPR (CAEE nº 63782122.8.0000.0165) e aprovação das análises microbiológicas.

As amostras F2 e F3 não foram avaliadas sensorialmente, pois a F2 (1% de psyllium integral) apresentou uma consistência muito firme, causando a descaracterização do produto devido à presença das fibras ser muito aparente. Enquanto que entre as formulações F3 e F4 as mesmas apresentavam aparência similar entre si, contudo, como F4 havia uma agregação maior de fibras pelo maior percentual de mucilagem de psyllium adicionado (2% de mucilagem de psyllium), em comparação a F3 (1% de mucilagem de psyllium), optou-se por avaliar apenas a amostra F4 sensorialmente.

A formulação controle (C), a formulação com 1% de psyllium (F1) e a formulação com 2% de mucilagem de psyllium (F4) foram submetidas ao teste de aceitação sensorial por um grupo de 108 avaliadores não treinados de ambos os sexos, maiores de 18 anos, sendo alunos, professores e servidores da UTFPR. Os convidados receberam um termo de consentimento livre e esclarecido a respeito do produto que foi lido e assinado. Em seguida, responderam a um questionário autoadministrado sobre dados sociodemográficos e hábitos de consumo referente a

produtos lácteos e consumo de fibras alimentares para caracterização da equipe (Apêndice A).

O teste de aceitação foi conduzido em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial com lâmpadas fluorescentes da cor branca, em uma única sessão com duração aproximada de 10 min. Porções de aproximadamente 25 g de cada amostra foram apresentadas em sequência balanceada monádica para os avaliadores em copos descartáveis brancos de porte pequeno, servida com o auxílio de uma colher, codificado com números aleatórios de três dígitos. Os avaliadores também receberam um copo com água mineral em temperatura ambiente para enxaguar a boca entre as avaliações. Também foi fornecida uma ficha contendo uma escala hedônica de 9 pontos (1-desgostei extremamente a 9-gostei extremamente) para avaliar a aceitação global e os atributos de aparência, aroma, sabor, acidez e consistência, bem como a intenção de compra, com escala de 5 pontos (1-certamente não compraria a 5-certamente compraria) (Apêndice B).

#### 4.2.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados utilizando a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey, considerando um nível de significância de 5%, sendo os resultados expressos como média  $\pm$  desvio padrão da média (DPM). As análises estatísticas foram desenvolvidas com o suporte do programa Statistica 7.0 (Statsoft Inc.).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Composição centesimal

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da composição centesimal das amostras de iogurte produzidas.

**Tabela 2 - Composição centesimal das formulações de iogurte**

Composição	C	F1	F2	F3	F4
Umidade (%)	74,45 <sup>b</sup> ± 0,41	72,05 <sup>c</sup> ± 0,20	71,39 <sup>d</sup> ± 0,17	75,11 <sup>a</sup> ± 0,35	74,15 <sup>b</sup> ± 0,21
Cinzas (%)	1,06 <sup>b</sup> ± 0,01	1,13 <sup>a</sup> ± 0,01	1,06 <sup>b</sup> ± 0,02	1,00 <sup>bc</sup> ± 0,02	0,97 <sup>c</sup> ± 0,01
Carboidratos (%)	16,80 <sup>c</sup> ± 0,26	19,38 <sup>a</sup> ± 0,30	19,78 <sup>a</sup> ± 0,49	17,05 <sup>bc</sup> ± 0,41	18,34 <sup>b</sup> ± 0,84
Proteínas (%)	4,05 <sup>ab</sup> ± 0,29	3,88 <sup>b</sup> ± 0,15	4,26 <sup>a</sup> ± 0,43	3,34 <sup>bc</sup> ± 0,20	3,13 <sup>c</sup> ± 0,25
Lipídios (%)	3,64 <sup>a</sup> ± 0,16	3,58 <sup>a</sup> ± 0,14	3,52 <sup>a</sup> ± 0,36	3,50 <sup>a</sup> ± 0,43	3,41 <sup>a</sup> ± 0,39

**C: controle, F1: 1% de psyllium, F2: 2% de psyllium, F3: 1% de mucilagem, F4: 2% de mucilagem**

**Resultados expressos como média ± desvio padrão (n = 3)**

**Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05)**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

A umidade na análise de alimentos está relacionada a estabilidade e a qualidade dos alimentos. Segundo a Resolução do MAPA nº 46, de 23 de outubro de 2007 (BRASIL, 2007) sobre o regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados, não são apresentadas as recomendações mínimas de umidade para produtos lácteos fermentados. Em relação ao teor de umidade, observou-se uma variação de 71,39 a 75,11% entre as formulações. Santos *et al.* (2014) relatam valores de umidade para iogurte natural integral de 78,61%. Mathias (2011) obteve teor de umidade de 75,5 a 77,5% em iogurtes com adição de extrato de café, valores próximos ao encontrado no presente estudo, enquanto que um estudo elaborado por Capitani *et al.* (2014) para caracterização de iogurtes elaborados com probióticos e fibra solúvel (polidextrose) foram reportados valores entre 69,9 e 76,3% de umidade.

O teor de umidade diferiu significativamente entre as amostras de iogurte ( $p > 0,05$ ), sendo que F3 exibiu o maior valor, o que pode estar relacionado à incorporação da mucilagem de psyllium, que continha água na sua elaboração. A formulação controle exibiu valor similar à F4 e as amostras F1 e F2 exibiram os menores valores, respectivamente. O menor teor de umidade dos iogurtes adicionados de psyllium integral (F2) se deve a agregação de maior conteúdo de

sólidos à formulação, devido ao seu alto conteúdo de fibras alimentares (24,6%), minerais (2,7%), proteínas (17,4%) e lipídios (6,7%) (ROMERO-BARANZINI *et al.*, 2006).

Com relação aos teores de cinzas e carboidratos, os mesmos também não são definidos na legislação. O teor de cinzas variou de 0,97 a 1,13% entre as formulações, sendo que F1 exibiu o maior valor e F4 o menor, ambos diferindo da amostra controle que exibiu teor intermediário entre as referidas amostras. Teor de cinzas semelhante ao obtido no presente estudo foi reportado por Lira (2018), com variação de 0,98 a 1,3% em amostras de iogurte *light* e *diet*.

Os iogurtes apresentaram teor de carboidratos que variaram de 16,80 a 19,78%, diferindo significativamente entre as formulações ( $p < 0,05$ ). Cunha *et al.* (2008) elaboraram e analisaram iogurte probiótico, obtendo teor de carboidratos de 13%, valor inferior ao obtido nesse trabalho, devido ao referido iogurte não ter adição de fibras. Rodas *et al.* (2001) e Medeiros Junior *et al.* (2007) encontraram teores de carboidratos entre 12,64 e 17,41% em iogurtes de marcas comerciais.

As amostras adicionadas de psyllium (F1 e F2) exibiram os maiores teores de carboidratos, diferindo das demais formulações, seguidas das amostras F3 e F4, respectivamente, sendo F3 similar à formulação controle, que exibiu o menor teor de carboidratos. Portanto, pode-se dizer que a adição de 2% de mucilagem e a adição de 1 ou 2% de psyllium integral possibilitaram aumento no teor de carboidratos das amostras, devido ao elevado teor de carboidratos, compostos por fibras alimentares, destes ingredientes. Similarmente ao observado no presente estudo, Capitani *et al.* (2014) também verificaram aumento do teor de carboidratos do iogurte com adição de povidexrose como fibra alimentar, reportando valores de 16,6 a 22,7% nos iogurtes.

Pode-se observar que na formulação F2, com maior porcentagem de psyllium, o teor de proteínas foi superior em comparação às amostras com adição de mucilagem (F3 e F4). Romero-Baranzini *et al.* (2006) notaram que a constituição de sementes de psyllium possuíam alto teor de proteína, de aproximadamente 17,4%, portanto pode-se observar aumento na concentração de proteínas nas formulações com maior porcentagem de psyllium. Contudo, o teor de proteínas das amostras F1 e F2 foram similares a formulação controle ( $p > 0,05$ ).

De acordo com a Instrução Normativa nº 46 de outubro de 2007 (BRASIL, 2007) o teor mínimo de proteínas para o iogurte é de 2,9%. Assim observa-se que os

valores encontrados nas formulações foram de 3,13 a 4,26% de proteínas, que condizem com o exigido pela legislação. Para Zuniga *et al.* (2000) a proteína do iogurte está diretamente relacionada a melhora da textura, sabor, viscosidade.

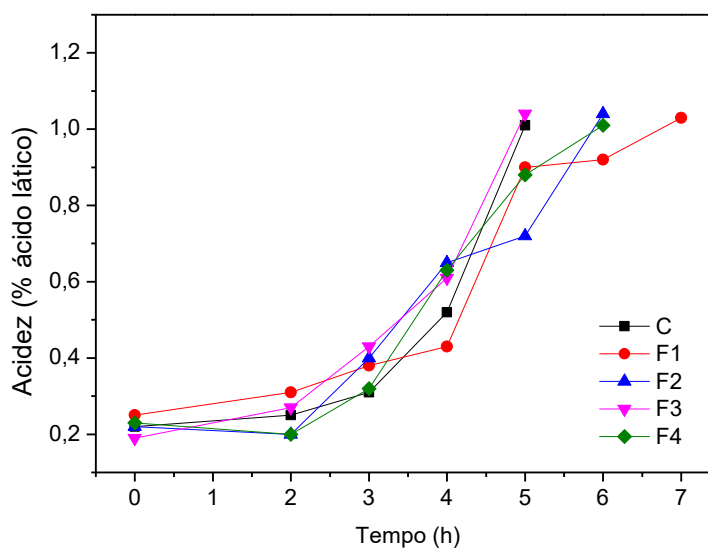
O teor de lipídios nas formulações elaboradas não diferiu significativamente entre si, variando de 3,41 a 3,64%. Segundo o regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados (BRASIL, 2007), para os teores de lipídios encontrados nas formulações, pode-se considerá-los como integral, pois estão entre 3% e 5,9%.

## 5.2 Propriedades físico-químicas

### 5.2.1 Acidez e pH

O aumento da acidez é proveniente da atividade continuada dos microrganismos lácticos, principalmente dos *Lactobacillus*, cuja célula tem maior capacidade de tolerar ambientes ácidos e produzir ácido láctico até níveis de 1,7% (ROBINSON, 2002). A curva de acidez das amostras de iogurte obtidas está disponível na Figura 2, demonstrando o comportamento de fermentação de cada amostra. A fermentação foi mantida até as amostras atingirem teor de acidez próximo a 1% de ácido láctico (BRASIL, 2007; EKE; OLAITAN; SULE, 2013). Observa-se que para as formulações controle e F3 (1% de mucilagem), a acidez desejada foi atingida em 5 horas. Para F2 (2% de psyllium) e F4 (2% de mucilagem) a acidez atingiu a 1% de ácido láctico em 6 horas e, para F1 (1% de psyllium), a mesma foi atingida em 7 horas. Os resultados obtidos foram o oposto do esperado, uma vez que a presença de fibras solúveis do psyllium ou de sua mucilagem poderiam ser facilmente digeridas pelas bactérias, resultando na formação de ácidos orgânicos, incluindo ácido láctico, levando ao aumento da acidez titulável mais rapidamente. Contudo, a tendência oposta observada pode estar relacionada a capacidade de retenção de água das fibras do psyllium, diluindo assim a concentração de ácido láctico e outros ácidos orgânicos produzidos pela cultura starter do iogurte (BHAT; DEVA; AMIN, 2018), que pode ter ocorrido para as formulações com maior conteúdo de psyllium (F1, F2 e F4).

**Figura 2 - Curva de acidez das amostras iogurte controle (C), adicionadas de 1% de psyllium integral (F1), 2% de psyllium integral (F2), 1% de mucilagem de psyllium (F3) e 2% de mucilagem de psyllium (F4)**



Fonte: Autoria própria (2023)

O valor de pH final das amostras a serem submetidas à análise sensorial, controle, F1 e F4, foram determinados sendo obtidos os valores de  $4,60 \pm 0,01$ ,  $4,58 \pm 0,04$  e  $4,58 \pm 0,04$ , respectivamente, não diferindo entre si ( $p > 0,05$ ).

O regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados (BRASIL, 2007) não estabelece padrão de pH para leites fermentados. Contudo, Brandão (1995) descreve que o pH ideal para leites fermentados deve ser próximo a 4,5, pois valores superiores podem provocar separação do soro e valores inferiores podem provocar contração do coágulo devido à redução da hidratação das proteínas.

A vivacidade das culturas lácticas inoculadas é responsável pela transformação da lactose em ácido láctico, resulta em aumento da acidez e consequente redução do pH. Com a produção de ácido láctico e a liberação de íons  $H^+$  ocorre a neutralização da carga elétrica superficial das micelas de caseína, que sofrem coagulação total ao ser atingido o pH de 4,6 (ROBINSON, 2002). Por isso, esse valor é dito como ponto isoelétrico de precipitação da caseína e define o final do processo de fermentação. Sendo assim os valores obtidos no presente trabalho estão de acordo com o esperado segundo a referida literatura.

### 5.2.2 Medida instrumental de cor

Na Tabela 3 são apresentados os parâmetros instrumentais de cor determinados para as amostras de iogurte.

**Tabela 3 - Medida instrumental de cor das amostras de iogurte**

Parâmetros	C	F1	F2	F3	F4
L*	57,88 <sup>b</sup> ± 0,45	53,25 <sup>c</sup> ± 0,08	40,61 <sup>d</sup> ± 0,71	58,34 <sup>ab</sup> ± 0,01	60,03 <sup>a</sup> ± 0,16
a*	- 4,88 <sup>a</sup> ± 0,02	- 1,28 <sup>c</sup> ± 0,00	- 1,98 <sup>b</sup> ± 0,02	- 4,75 <sup>a</sup> ± 0,01	- 4,65 <sup>a</sup> ± 0,0
b*	8,24 <sup>b</sup> ± 0,07	8,46 <sup>b</sup> ± 0,03	5,97 <sup>c</sup> ± 0,01	9,03 <sup>a</sup> ± 0,03	9,07 <sup>a</sup> ± 0,04
C*	9,57 <sup>ab</sup> ± 0,05	8,56 <sup>b</sup> ± 0,03	6,29 <sup>c</sup> ± 0,00	10,20 <sup>a</sup> ± 0,03	10,16 <sup>a</sup> ± 0,08
h°	120,61 <sup>a</sup> ± 0,33	98,61 <sup>c</sup> ± 0,01	71,59 <sup>d</sup> ± 0,21	117,71 <sup>b</sup> ± 0,03	117,14 <sup>b</sup> ± 0,08

**C: controle, F1: 1% de psyllium, F2: 2 % de psyllium, F3: 1% de mucilagem, F4: 2% de mucilagem**

**Resultados expressos como média ± desvio padrão (n = 3)**

**Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05)**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

O parâmetro L\* (luminosidade), que varia de 100=branco a 0=preto (CHUDY *et al.*, 2020) diferiu entre as formulações (p < 0,05). A formulação F4 apresentou maior valor (60,03), estatisticamente similar à F3 (58,34) (p > 0,05) sendo, portanto, as amostras mais claras, o que pode estar relacionado a presença de mucilagem nas formulações. A amostra controle exibiu um valor L\* intermediário (57,88), similar a F3, contudo, diferente das demais amostras. F1 e F2 apresentaram os menores valores de luminosidade, 53,25 e 40,61 respectivamente, o que era esperado pela coloração escura apresentada pelo psyllium adicionado na formulação, influenciando na coloração final do produto. Valores de L\* similares às amostras controle, F3 e F4 foram reportadas por Otálora, Wilches-Torres e Gómez-Castaño (2022) para amostras de iogurte natural com adição de polpa de goiaba microencapsulada em mucilagem de *aloe vera* (L\* entre 56,06 e 61,61).

Para o parâmetro a\*, todas as amostras exibiram valores negativos indicando tendência da coloração verde. As amostras controle, F3 e F4 exibiram valores similares de a\* (p > 0,05), sendo os menores valores obtidos.

Com relação ao parâmetro b\*, todas as amostras apresentaram valores positivos, ou seja, os iogurtes apresentaram coloração amarela, sendo que F2 foi o que exibiu menor valor, diferindo das demais amostras (p < 0,05). As amostras F3 e F4 exibiram os maiores valores de b\* (p < 0,05), similares entre si, e a amostra controle e F1 exibiram valores intermediários, também similares entre si (p > 0,05).



Quando se faz a conexão dos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$  em um sistema de coordenadas, o centro deste sistema tem um comprimento definido como *Chroma* ( $C^*$ ), sendo assim, quanto maior for o  $C^*$  mais intensa será a cor da amostra e vice-versa (CHUDY *et al.*, 2020). Portanto, ao analisar os resultados de  $C^*$  observa-se que a amostra com maior teor de psyllium integral (F2) resultou em menor valor de  $C^*$ , indicando ser amostra com cores menos intensas do que as outras. As amostras com mucilagem de psyllium não diferiram da formulação controle quanto ao  $C^*$  ( $p > 0,05$ ).

O ângulo criado pelo eixo  $a^*$  e o segmento de linha correspondente ao  $C^*$  é chamado de matiz ou ângulo *hue* ( $h^\circ$ ) (CHUDY *et al.*, 2020). Os valores do ângulo *hue* de  $90^\circ$ ,  $180^\circ$ ,  $270^\circ$  e  $360^\circ$  representam a coloração vermelha, amarela, verde e azul, respectivamente (ARYANA, 2003). As amostras de iogurte diferiram entre si quanto aos valores de  $h^\circ$ , sendo que a amostra controle exibiu o maior valor ( $120,61^\circ$ ) estando, portanto, entre o ângulo de cor vermelho e amarelo, seguidas as amostras F3 e F4, que situaram nesta mesma região. As amostras F1 e F2 exibiram os menores valores, situando-se próximo ao ângulo de coloração vermelha,  $98,61$  e  $71,59^\circ$ , respectivamente. Estes resultados demonstram que a adição de psyllium integral exerceu influência significativa na tonalidade de cor das amostras de iogurte, de modo que o aumento da sua concentração resultou em amostras de coloração mais avermelhada e escura, o que poderia impactar a aceitação dos consumidores.

### 5.2.3 Atividade de água e sinérese

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de atividade de água e sinérese para as amostras de iogurte. Em relação a atividade de água, as amostras com adição de psyllium integral (F1 e F2) exibiram os menores valores, enquanto que as amostras F3 e F4 foram similares entre si e à controle. Estes resultados demonstram que a mucilagem de psyllium não impactou significativamente neste parâmetro, diferente do observado pelo psyllium integral que reduziu o conteúdo de  $A_w$ . A presença de fibras alimentares nos alimentos afeta a ligação de água na matriz, reduzindo os níveis de água livre disponíveis, deixando-a mais fortemente ligada ao substrato (WARBERG *et al.*, 2009).

**Tabela 4 - Caracterização da atividade de água e sinérese das amostras de iogurte**

Parâmetro físico-químico	C	F1	F2	F3	F4
Aw	0,9755 <sup>a</sup> ± 0,0011	0,9734 <sup>b</sup> ± 0,0017	0,9735 <sup>b</sup> ± 0,0009	0,9774 <sup>a</sup> ± 0,0009	0,9757 <sup>ab</sup> ± 0,0006
Sinérese	0,0 <sup>c</sup> ± 0,0	8,3 <sup>b</sup> ± 0,1	11,2 <sup>a</sup> ± 1,3	0,0 <sup>c</sup> ± 0,0	8,4 <sup>b</sup> ± 0,1

**C: controle, F1: 1% de psyllium, F2: 2 % de psyllium, F3: 1% de mucilagem, F4: 2% de mucilagem**

**Resultados expressos por média ± desvio padrão (n = 3)**

**Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças significativas entre si pelo teste de Tukey (p > 0,05)**

**Fonte: A autoria própria (2023)**

A sinérese é uma propriedade indesejável do iogurte e tem efeitos negativos na aceitabilidade do produto (CHOOBARI *et al.*, 2020). Não houve sinérese nas amostras controle e F3, porém em F1, F2 e F4 houve a separação de soro acumulado na superfície das amostras, efeito provavelmente causado pelo longo período de fermentação. O aumento da sinérese geralmente ocorre devido às mudanças dentro da rede do gel, provocadas pela força atrativas entre as partículas de caseína ou micelas, provocando ligações intermoleculares adicionais e, conseqüentemente, a contração do gel e expulsão de água (ANTUNES; CAZETTO; BOLINI, 2004). Ademais, as amostras F1, F2 e F4 tiveram maior tempo de fermentação para atingirem a acidez desejada e, segundo Azari-Anpar *et al.* (2017), quanto maior o tempo de fermentação para iogurtes, maior proteólise poderia ocorrer, levando a maior sinérese no iogurte produzido.

### 5.3 Análises microbiológicas

As amostras de iogurte a serem avaliadas sensorialmente foram submetidas a avaliação de sua qualidade microbiológica, de acordo com os parâmetros descritos na Instrução Normativa nº 161, de julho de 2022, que estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos (BRASIL, 2022). Os resultados obtidos estão descritos na Tabela 5.

**Tabela 5 - Contagens microbianas para as amostras de iogurte**

Amostras	C	F1	F4	Legislação*
<i>Salmonella spp.</i> / 25 g	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
<i>Escherichia coli</i> (NMP / g)	< 3	< 9,2	< 3	10 <sup>3</sup>
Bolores e leveduras (UFC / g)	< 10	< 10	< 10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>

**C: controle, F1: 1% de psyllium, F2: 2 % de psyllium, F3: 1% de mucilagem, F4: 2% de mucilagem**

**\*Padrões microbiológicos dos alimentos (BRASIL, 2022)**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

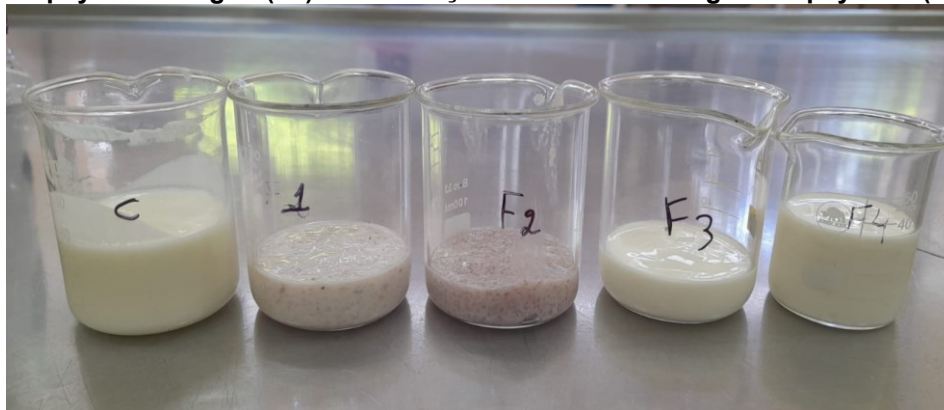
Foi possível atestar que as amostras de iogurte analisadas controle, F1 e F4 apresentaram ausência de *Salmonella spp.*, estando de acordo com a legislação vigente. As contagens de *Escherichia coli* e de bolores e leveduras foram inferiores aos estabelecidos pela legislação (BRASIL, 2022), estando próprios para o consumo e aprovados para a avaliação sensorial. Pode-se dizer que a partir das condições de boas práticas de produção adotadas e uso de matérias-primas seguras foram suficientes para garantir a qualidade microbiológica do produto final.

#### 5.4 Análise sensorial

A análise sensorial foi aplicada a 108 avaliadores não treinados, 58% do gênero masculino e 41% do gênero feminino, sendo a equipe composta por discentes (94%), docentes (3%) e técnicos (1%) da UTFPR Campus Medianeira. 95% da equipe informou ser consumidora de produtos lácteos, sendo que 83% informou ter o hábito de consumir iogurte, com frequência de consumir pelo menos uma vez por semana (25%), uma vez por mês (24%) e ocasionalmente (23%). Com relação ao hábito de consumo de fibras alimentares, 80% da equipe informou ter o hábito, sendo informadas as frequências de consumo diária (31%), três vezes por semana (29%) e uma vez por mês (19%). Os avaliadores também foram questionados quanto a busca de alimentos comerciais mais saudáveis, com fonte de fibras, em que 70% responderam que sim e, quando questionados sobre o que avaliam na aquisição de um produto funcional, os itens mais citados foram o preço (85%), a qualidade nutricional (63%), aparência (39%), prazo de validade (34%) e a marca (21%).

O teste de aceitação por meio da escala hedônica e escala *fact* para intenção de compra foi aplicado para avaliar as amostras controle (C), com adição de 2% de mucilagem de psyllium (F1) e com adição de 1% de psyllium integral (F4) (Figura 3).

**Figura 3 - Imagens das formulações de iogurte natural integral controle (C), com adição de 1% de psyllium integral (F1) e com adição de 2% de mucilagem de psyllium (F4)**



**Fonte: Autoria própria (2023)**

Os resultados obtidos no teste de escala hedônica para os atributos aceitação global, aparência, aroma, sabor, acidez, consistência e intenção de compra são apresentados na Tabela 6. Com relação a aceitação global, observa-se que a amostra controle apresentou a maior aceitação (8,5), o que demonstra uma aceitação entre “gostei muito” e “gostei muitíssimo” (94% de aceitabilidade), seguida da amostra F4 (8,0) com aceitação próxima à “gostei muito” (87% de aceitabilidade). Estes resultados demonstram que adição da mucilagem de psyllium ao iogurte natural pode reduzir sua aceitação em comparação à amostra controle, contudo, sua aceitação global ainda se encontra em uma faixa de aceitação global adequada, representando um índice de aceitabilidade superior a 70% (TEIXEIRA; MEINERT; BARBETTA, 1987).

A amostra F1 apresentou o menor valor de aceitação global (6,1), situando-se próximo a escala do “gostei ligeiramente”, representando um índice de aceitabilidade de 68%, o que demonstra que não foi um produto bem aceito pelos avaliadores. A presença de psyllium integral, apesar de agregar fibras alimentares importantes à saúde do consumidor, acabou alterando a aparência e as propriedades reológicas do produto, fato este que pode ter acarretado na menor aceitação global.

**Tabela 6- Aceitação sensorial das amostras de iogurte natural integral controle (C), adicionados de 1% de psyllium integral (F1) e adicionados de 2% de mucilagem de psyllium (2%)**

Amostra	Aceitação global	Aparência	Aroma	Sabor	Acidez	Consistência	Intenção de compra
C	8,5 <sup>a</sup> ± 0,7	8,3 <sup>a</sup> ± 1,0	7,8 <sup>a</sup> ± 1,4	8,4 <sup>a</sup> ± 0,8	7,9 <sup>a</sup> ± 1,3	8,2 <sup>a</sup> ± 1,1	4,7 <sup>a</sup> ± 0,7
F1	6,1 <sup>c</sup> ± 1,9	5,1 <sup>c</sup> ± 2,1	6,4 <sup>b</sup> ± 1,8	5,9 <sup>b</sup> ± 2,3	6,3 <sup>b</sup> ± 2,1	5,2 <sup>c</sup> ± 2,4	3,0 <sup>c</sup> ± 1,2
F4	8,0 <sup>b</sup> ± 1,1	7,6 <sup>b</sup> ± 1,4	7,5 <sup>a</sup> ± 1,5	8,1 <sup>a</sup> ± 1,2	7,7 <sup>a</sup> ± 1,6	7,6 <sup>b</sup> ± 1,4	4,4 <sup>b</sup> ± 0,7

**Resultados expressos como média ± desvio padrão (n = 108)**

**Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ) entre as formulações avaliadas pelo teste de escala hedônica (1=Desgostei extremamente; 9=Gostei extremamente) e intenção de compra (1=certamente não compraria; 5=certamente compraria)**

**Fonte: Autoria própria (2023)**

Para a aparência, consistência e intenção de compra, o comportamento de aceitação foi similar ao observado para aceitação global. Para os atributos aroma, sabor e acidez, as amostras C e F4 não diferiram entre si ( $p > 0,05$ ), apresentando valores entre “gostei moderadamente” e “gostei muito” para o aroma e acidez e, entre “gostei muito” e “gostei extremamente” para o sabor, sendo a amostra F1 a com menor aceitação para estes atributos, com valores entre “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” para o aroma e acidez e entre “nem gostei/nem desgostei” e “gostei ligeiramente” para o sabor. Choobari *et al.* (2020) estudaram a aplicação de diferentes concentrações de mucilagem de psyllium (0,5, 1 e 2%) e de *Lactobacillus acidophilus* na obtenção de um iogurte com baixo teor de gordura probiótico. No referido trabalho, as amostras adicionadas de mucilagem de psyllium foram as mais aceitas pelos consumidores em comparação a uma formulação controle, com relação aos atributos sabor, textura e aparência, diferente do observado no presente estudo. Cabe ressaltar que no referido estudo, como se tratava de iogurtes com baixo teor de gordura, a incorporação do psyllium pode ter contribuído com estes atributos sensoriais como um substituto da gordura, possibilitando maior aceitação.

Com relação a intenção de compra, as notas sensoriais médias situaram-se entre “provavelmente compraria” e “certamente compraria” para C e F4, sendo a maior média observada para a controle, enquanto que para F1 a média indicou “tenho dúvidas se compraria”, sendo o menor valor. Estes resultados demonstraram que a aplicação da mucilagem de psyllium pode ser uma alternativa sensorialmente aceitável para agregar fibras alimentares ao produto.

## 6 CONCLUSÃO

As análises de composição centesimal e físico-químicas demonstraram que os produtos elaborados atenderam à legislação vigente para leites fermentados, contudo, a adição de psyllium integral exerceu maior impacto nestes parâmetros, obtendo-se amostras com menor umidade, mais escuras, com menor atividade de água e sinérese, enquanto que, as amostras adicionadas de mucilagem de psyllium tiveram maior similaridade à controle. Tanto a mucilagem quanto o psyllium integral resultaram em aumento do teor de carboidratos das amostras, fato este que pode impactar no maior teor de fibras das amostras, uma vez que o conteúdo de carboidratos do psyllium é composto, em grande parte, por fibras alimentares.

A adição de psyllium integral não permitiu a obtenção de um iogurte bem aceito sensorialmente. Contudo, o uso da mucilagem de psyllium permitiu obter um iogurte com características de aparência, aroma, sabor, acidez, consistência, aceitação global e intenção de compra com aceitação sensorial satisfatória, assim como a formulação controle.

Para trabalhos futuros são sugeridos os estudos das propriedades reológicas destes iogurtes, bem como, a determinação do seu teor de fibras alimentares. O estudo da adição de outras concentrações de mucilagem de psyllium no iogurte também é sugerida.

## REFERÊNCIAS

- ADOLFSSON, O.; MEYDANI, S. N.; RUSSELL, R. M. Yogurt and gut function. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 80, n. 2, p. 245–256, 1 ago. 2004. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article/80/2/245/4690304?login=fals>. Acesso em: 13 abr. 2022.
- ANTUNES, A. E. C.; CAZETTO, T. F.; BOLINI, H. M. A. Iogurtes desnatados probióticos adicionados de concentrado proteico do soro de leite: perfil de textura, sinérese análise sensorial. **Alimentos e Nutrição**, v. 15, n. 2, p. 105-114, Araraquara, 2004.
- ARYANA, K. Folic acid fortified fat-free plain set yoghurt. **International Journal of Dairy Technology**, v. 56, n. 4, p. 219-222, 2003.
- AZARI-ANPAR, M.; *et al.* Physicochemical, microbial, antioxidant, and sensory properties of probiotic stirred yoghurt enriched with Aloe vera foliar gel. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 5, p. 1-9, 2017.
- BERNARDES, E. N. **Desenvolvimento de pão vegano sem glúten utilizando farinha de linhaça e fibra psyllium**. 2019. 81 p. Trabalho de conclusão do curso (Bacharel em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.
- BHAT, S. V.; DEVA, A. M.; AMIN, T. Physicochemical and textural properties of yogurt fortified with psyllium (*Plantago ovata*) husk. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 42, n. 2, p. 1-9, 2018.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, 911-917, 1959.
- BRANDÃO, S. C. C. Tecnologia da produção de iogurte. **Revista Leite e Derivados**, v. 5, n. 25, p. 24-38, 1995.
- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999. **Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúdes alegadas em rotulagem de alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de ago. 1999. Seção 1, p., 16. 1999.
- BRASIL. MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 46 de 23 de outubro de 2007. **Regulamento técnico de identidade e qualidade de leites fermentados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 de out. 2007. Seção 1, p. 4. 2007.
- BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75 de 08 de outubro de 2020. **Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 de out. 2020. Seção 1, p. 113. 2020.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução normativa nº 161 de 1 de julho de 2022. **Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06 de jul. 2022. Seção 1, p. 235. 2022.

CAPITANI, C.; *et al.* Caracterização de iogurtes elaborados com probióticos e fibra Solúvel. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 2, p. 1285-1300, 2014.

CARETTA, M. A. B.; ROCHA, P. G. **Avaliação da rotulagem de iogurtes quanto a adequação legislação brasileira**, 2021. 43 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Curso de Bacharelado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal do Espírito Santo, Venda Nova do Imigrante. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1301> Acesso em: 2 jun. 2022.

CHOOBARI, S. Z. M.; *et al.* Effect of *Plantago ovata* Forsk seed mucilage on survivability of *Lactobacillus acidophilus*, physicochemical and sensory attributes of produced low-fat set yoghurt. **Food Science & Nutrition**, v. 9, p. 1040-1048, 2021.

CHUDY, S.; *et al.* Colour of milk and milk products in CIE L\*a\*b\* space. **Medycyna Weterynaryjna**, v. 76, n. 01, p. 6327-2020, 2020.

CIE 15: Technical report: **Colorimetry**. International Commission on Illumination, 3 ed. 3, p. 3-67, 2004. Ebook. Disponível em: <https://archive.org/details/gov.law.cie.15.2004>. Acesso em: 20 jun. 2023.

CUNHA, T. M.; *et al.* Avaliação físico-química, microbiológica e reológica de bebida láctea e leite fermentado adicionados de probióticos. **Revista Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 103-116, 2008

EKE, M. O., OLAITAN, N. I., SULE, H. I. Nutritional evaluation of yogurt-like product from baobab (*Adansonia digitata*) fruit pulp emulsion and the micronutrient content of baobab leaves. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 5, n. 10, p. 1266-1270, 2013.

FRANCO, E. A. N.; *et al.* Psyllium (*Plantago ovata* Forsk): From evidence of health benefits to its food application. **Trends in Food Science & Technology**, v. 96, p. 166-175, 2020.

IAL. Instituto Adolfo Lutz. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos Para Análise de Alimentos**. 1 ed. Online. São Paulo: IAL, 2008.

KEOGH, M.K; O'KENNEDY, B. T. Rheology of stirred yogurt as affected by added milk fat, protein and hydrocolloids. **Journal of Food Science**, v. 63, p. 108-112, 1998.

LIRA T. F. D. M. S; *et al.* Desenvolvimento e padronização de iogurte tradicional "light" e "diet". *In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Química*. São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Blucher Chemical Engineering Proceedings, 2018, 4 p.



MARQUEZ-ESCALANTE, J.; *et al.* Efecto prebiótico de los arabinosídeos y los arabinosídeos oligosacáridos y su relación con la promoción de la buena salud. **Ciencia UAT**, v. 13, n. 1, p. 146-164, 2018.

MATHIAS, T. R. S. **Desenvolvimento de iogurte sabor café: Avaliação sensorial e reológica**, 2011. 191 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2011.

MEDEIROS JUNIOR, F. C.; *et al.* Composição centesimal de iogurtes comercializados no município de Bananeiras-PB. **Jornada Nacional da Agroindústria**, Bananeiras, dez., 2007.

OLIVEIRA, V. C. **Desenvolvimento de pudim de mel adicionado de psyllium**, 2015. 19 f. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharel em Farmácia), Departamento de Farmácia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

OLIVEIRA, M. C.; *et al.* **Processamento de produtos lácteos: leites fermentados**. Elsevier, v. 3, cap. 6, p. 164-175, 2015.

OTÁLORA, M. C.; WILCHES-TORRES, A.; GÓMEZ-CASTAÑO, J. A. Evaluation of Guava Pulp Microencapsulated in Mucilage of Aloe Vera and Opuntia ficus-indica as a Natural Dye for Yogurt: Functional Characterization and Color Stability. **Foods**, v. 11, n. 15, p. 1-13, 2022.

PONHOZI, I. B. S.; GOMES, R. G. Aplicação de gel de psyllium na elaboração de iogurte potencialmente probiótico. *In*: 26º Encontro Anual de Iniciação Científica, ano 6, 2017, Maringá. **Anais [...] Maringá: UEM**, 2017, p. 1-4. Disponível em: <http://www.eaic.uem.br/eaic2017/anais/artigos/2100.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2022.

QUINTINO, S. Avaliação comparativa de iogurte produzido a partir da polpa natural de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*) e suco artificial. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 14, 2012. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/4000>. Acesso em: 29 jun. 2022.

RAMOS, J. A. **Desenvolvimento e caracterização de iogurte caprino prebiótico adicionado de geleia de polpa de fruto de mandacaru (*Cereus jamacaru*) e maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis Sims*)**, 2018. 45 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Bacharelado em Nutrição), Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité, 2018.

RIBAS, S. A. **Investigação do efeito terapêutico do psyllium sobre a dislipidemia infanto-juvenil**, 2011. 148 f. Tese (Doutorado em Neurociências e Biologia Celular), Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Biologia Celular, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

ROBINSON, R. K. **Fermented Milks | Yogurt: Types and Manufacture**.

ROCHA, M.C. **Extração propriedades físico-químicas e utilização de mucilagem de chia (*Salvia hispanica L.*) como substituto de gordura em biscoitos**, 2017. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Programa de Pós-

Graduação em Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2017.

RODAS, M. A. B.; *et al.* Physico chemical, histological and viability of lactic bacteria in yogurts containing fruit. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 21, n. 3, p. 304-309. 2001.

ROMERO-BARANZINI, A. L.; *et al.* Chemical, physicochemical, and nutritional evaluation of plantago (Plantago ovate Forsk). **Cereal Chemistry**, v. 83, n. 4, p. 358-62, 2006.

SANTOS, A.K. *et al.* Avaliação das características sensoriais e físico-químicas de iogurtes adicionados de insulina **Revista Uniabeu**, Belford Roxo, v. 7, n. 15, 2014.

SILVA, N. D. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 5 ed. São Paulo: Editora Blucher, 2017. 560 p.

SILVA, I. S. C. DA; PANDOLFI, M. A. C. Análise das principais tendências no mercado brasileiro de iogurtes. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, p. 523-534, 18 dez. 2020.

SOUZA, G. S. **Otimização da extração da mucilagem de psyllium e avaliação de suas propriedades tecnológicas funcionais**, 2018. 73 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de alimentos, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018.

TEIXEIRA, E., MEINERT, E. M., BARBETTA, P.A. **Análise sensorial de alimentos**. Florianópolis: UFSC, 1987. 180 p.

VIDAL, A. C.; NETTO, A. S. **Obtenção e processamento do leite e derivados: Fluxograma de produção de leite e derivados**. Pirassununga: FZEA-USP, cap. 6, p. 185-189, 2018. *E-book*. Disponível em: <https://www.livrosabertos.sibi.usp.br/portaldelivrosUSP/catalog/download/200/181/850?inline=1> Acesso em: 18 jun. 2022.

WARNBERG, J.; *et al.* Functional Benefits of Psyllium fiber supplementation. **New Century Health Publishers**, v. 7, n. 2, p. 1-7, 2009.

ZUNIGA, A. D. G, *et al.* Quantificação de proteínas no soro de queijo através de cromatografia líquida de fase reversa. **Revista Instituto "Candido Tostes"**, Juiz de Fora, v. 54, n. 316, p. 17-21, 2000.

## **APÊNDICE A – Questionário**

## QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE DADOS

**Nome:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Telefone:** \_\_\_\_\_ **E-mail:** \_\_\_\_\_

**Gênero:** ( ) Feminino ( ) Masculino

**Idade (anos):** ( ) 18-25 ( ) 26-35 ( ) 36-45 ( ) 46-55 ( ) 56-65 ( ) >65

**Profissão (ocupação):** \_\_\_\_\_

**Grau de instrução:**

- ( ) Ensino fundamental incompleto ( ) Ensino médio completo  
 ( ) Ensino fundamental completo ( ) Ensino superior incompleto  
 ( ) Ensino médio incompleto ( ) Ensino superior completo ou mais

1. Você possui o hábito de consumir produtos lácteos?

- ( ) Sim ( ) Não

1.1 Se sim, com que frequência você consome?

- ( ) 1 vez por semana ( ) 2 vezes por mês ( ) 1 vez por mês  
 ( ) Ocasionalmente ( ) Nunca

2. Você possui o hábito de consumir iogurte?

- ( ) Sim ( ) Não

2.1. Se sim, com que frequência?

- ( ) Diariamente ( ) 3 vezes por semana ( ) 1 vez por mês  
 ( ) Ocasionalmente ( ) Nunca

3. Você possui o hábito de consumir produtos fontes de fibras alimentares?

- ( ) Sim ( ) Não

3.1. Se sim, com que frequência?

- ( ) Diariamente ( ) 3 vezes por semana ( ) 1 vez por mês  
 ( ) Ocasionalmente ( ) Nunca

2. Você possui o hábito de consumir psyllium?

- ( ) Sim ( ) Não

2.1. Se sim, com que frequência?

- ( ) Diariamente ( ) 3 vezes por semana ( ) 1 vez por mês  
 ( ) Ocasionalmente ( ) Nunca

5. Você busca alimentos comerciais mais saudáveis, com fonte de fibras?

- ( ) Sim ( ) Não

6. O que você avalia na aquisição de um produto funcional?

- ( ) Preço ( ) Prazo de validade  
 ( ) Marca ( ) Qualidade nutricional  
 ( ) Aparência ( ) Outros \_\_\_\_\_

## **APÊNDICE B – Ficha de Avaliação Sensorial**

**TESTE HEDÔNICO**

Nome: .....

Data: .....

Você está recebendo uma amostra de iogurte natural. Por favor, deguste-a e use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou ou não do produto.

**Amostra \_\_\_\_\_**

9 - Gostei extremamente

8 - Gostei muito

7 - Gostei moderadamente

6 - Gostei ligeiramente

5 - Nem gostei/nem desgostei

4 - Desgostei ligeiramente

3 - Desgostei regularmente

2 - Desgostei muito

1 - Desgostei extremamente

**Aceitação global** \_\_\_\_\_**Aparência** \_\_\_\_\_**Aroma** \_\_\_\_\_**Sabor** \_\_\_\_\_**Acidez** \_\_\_\_\_**Consistência** \_\_\_\_\_

Assinale com um "x" qual a sua intenção de compra em relação a este produto:

 ( ) Eu certamente compraria ( ) Eu provavelmente compraria ( ) Tenho dúvidas se compraria ( ) Eu provavelmente não compraria ( ) Eu certamente não compraria.

Comentários.....

.....