

Elaboração de frozen yogurt simbiótico adicionado de gengibre

Elaboration of symbiotic frozen yogurt added with ginger

Elaboración de yogur helado simbiótico adicionado con jengibre

Recebido: 02/06/2022 | Revisado: 12/06/2022 | Aceito: 15/06/2022 | Publicado: 26/06/2022

Arthur de Oliveira Quintão

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6665-7142>
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
E-mail: arthurquintao2@hotmail.com

Michelle Barbosa Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7677-9423>
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
E-mail: michelle.lima@aluno.ufop.edu.br

Maria Cecília Evangelista Vasconcelos Schiassi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8704-5815>
Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: vasconcelosmariaufila@gmail.com

Paula Nogueira Curi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9654-148X>
Universidade Federal de Lavras, Brasil
E-mail: paulanogueiracuri@yahoo.com.br

Reginaldo de Souza Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9626-1250>
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
E-mail: reginaldomonteiro@ufop.edu.br

Luciana Rodrigues da Cunha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5725-048X>
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
E-mail: lrcunha@ufop.edu.br

Patrícia Aparecida Pimenta Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6774-7884>
Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil
E-mail: patricia.pereira@ufop.edu.br

Resumo

Atualmente, nota-se uma grande preocupação por parte dos consumidores em adquirir produtos nutritivos, saudáveis, que tragam benefícios para a saúde, com sabores diferenciados e acima de tudo, seguros para o consumo, sendo uma tendência de mercado e, como o sorvete de iogurte está cada vez mais sendo apreciado no Brasil, o presente estudo teve como objetivos a) determinar a concentração ideal de gengibre a ser adicionado ao frozen yogurt, b) determinar a concentração de prebióticos em frozen yogurt adicionado de gengibre e c) estudar a viabilidade das culturas lácticas, os teores de compostos bioativos e a capacidade antioxidante de frozen yogurt simbiótico adicionado de gengibre. Verificou-se que a utilização de 0,8% e 1,0% de gengibre adicionados antes ou após a maturação da calda não influenciaram a preferência do frozen yogurt. Já a adição de prebióticos, forma isolada ou combinada, influenciaram no pH, nos atributos sensoriais de cor e sabor e no overrun, sendo que a utilização de 2% de inulina proporcionou maiores teores de compostos fenólicos. Diante do exposto conclui-se que é viável produzir frozen yogurt simbiótico adicionado de gengibre. Desta forma, as quantidades ideais de gengibre e de prebiótico a ser adicionado ao produto são 1% e 2%, respectivamente.

Palavras-chave: *Gengiber officinale*; Prebióticos; Probióticos.

Abstract

Currently, there is a great concern on the part of consumers to purchase nutritious, healthy products that bring health benefits, with different flavors and above all, safe for consumption, being a market trend and, as yogurt ice cream is increasingly being appreciated in Brazil, the present study aimed to a) determine the ideal concentration of ginger to be added to frozen yogurt, b) determine the concentration of prebiotics in frozen yogurt added with ginger and c) study the feasibility of lactic cultures, the contents of bioactive compounds and the antioxidant capacity of symbiotic frozen yogurt added with ginger. It was found that the use of 0.8% and 1.0% of ginger added before or after the maturation of the syrup did not influence the preference of frozen yogurt. The addition of prebiotics, alone or in combination, influenced the pH, the sensory attributes of color and flavor and the overrun, with the use of 2% inulin providing higher levels of phenolic compounds. In view of the above, it is concluded that it is feasible to produce

symbiotic frozen yogurt added with ginger. Thus, the ideal amounts of ginger and prebiotic to be added to the product are 1% and 2%, respectively.

Keywords: *Gengiber officinale*; Prebiotics; Probiotics.

Resumen

Actualmente, existe una gran preocupación por parte de los consumidores por adquirir productos nutritivos, saludables, que traigan beneficios para la salud, con diferentes sabores y sobre todo, seguros para el consumo, siendo una tendencia del mercado y, como el yogur es cada vez más apreciado en Brasil, la el presente estudio tuvo como objetivo a) determinar la concentración ideal de jengibre para agregar al helado de yogur, b) determinar la concentración de prebióticos en el helado de yogur adicionado con jengibre y c) estudiar la factibilidad de los cultivos lácticos, los contenidos de compuestos bioactivos y el antioxidante capacidad de yogur helado simbiótico adicionado con jengibre. Se encontró que el uso de 0,8% y 1,0% de jengibre agregado antes o después de la maduración del jarabe no influyó en la preferencia por el helado de yogur. La adición de prebióticos, solos o en combinación, influyó en el pH, los atributos sensoriales de color y sabor y el overrun, con el uso de inulina al 2% proporcionando niveles más altos de compuestos fenólicos. En vista de lo anterior, se concluye que es factible producir yogurt helado simbiótico adicionado con jengibre. Así, las cantidades ideales de jengibre y prebiótico a añadir al producto son del 1% y 2%, respectivamente.

Palabras clave: *Jengibre officinale*; Prebióticos; Probióticos.

1. Introdução

Nas últimas décadas, os consumidores notaram que uma alimentação saudável é uma forma de manter uma boa saúde (Lima et al., 2019). Desta forma, muitas pessoas têm procurado por mudanças no seu estilo de vida, começando pela busca de alimentos mais saudáveis contribuindo com benefícios à saúde e ao bem-estar (Barros et al., 2019; Suárez et al., 2020).

Os avanços dos conhecimentos sobre a relação entre alimentação e saúde, bem como os elevados custos da saúde pública e a busca permanente da indústria por inovações têm gerado novos produtos, cujas funções pretendem ir além do conhecido papel nutricional dos alimentos (Curi et al., 2019). Pesquisas têm sido realizadas visando à identificação e o estabelecimento de bases científicas para a comprovação das alegações de propriedades funcionais dos alimentos (Seolin et al., 2013; Batoool et al. 2021; Grochowicz et al., 2021).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define os probióticos como “microrganismos vivos que, quando administrados em quantidades suficientes conferem benefícios à saúde do hospedeiro”. Além disso, simbióticos são definidos como uma combinação de probióticos e prebióticos (fibras alimentares não digeríveis que são usadas como substratos para fermentação de bactérias intestinais) no mesmo produto ou cápsula (Ferronato et al., 2021). A ingestão de simbióticos teve um efeito maior sobre inflamação sistêmica quando comparado ao uso de probióticos, tanto por sua capacidade de aumentar o número de bactérias produtoras de ácidos graxos de cadeia curta, como para fornecer substratos para fermentação (McCloughlin et al., 2017).

Dentre os diversos prebióticos encontrados no mercado, destaca-se a inulina, as β -glucanas e a polidextrose (Aljewicz et al., 2022; Oluwatosin et al., 2022; Pimentel et al., 2022). A inulina é um carboidrato prebiótico amplamente utilizado na indústria alimentícia devido às suas alegações relacionadas à saúde (por exemplo, anticancerígeno, imunomoduladores) e sua capacidade modificar/melhorar as propriedades tecnológicas dos produtos alimentares (Arruda et al., 2020; López-Castejón et al., 2021). Já as β -glucanas, que estão presentes em maior concentração no farelo de aveia, é um dos polissacarídeos naturais que podem ser encontrados no endosperma e nas paredes celulares dos cereais (Chang et al., 2006), possuindo propriedades benéficas como redução do colesterol, diminuição do risco de doença cardíaca coronária, atenuando as respostas glicêmicas pós-prandiais, previne o diabetes e promove a proliferação de probióticos intestinais, reduzindo o câncer intestinal e regulando a imunidade do corpo (Liu et al., 2015; Zhang et al., 2021). Ainda, a polidextrose, que é um polímero sintético de glicose altamente ramificado, possui funções prebióticas semelhantes à inulina, como modulação da microbiota do hospedeiro e atenuação da absorção da glicose (Flood et al., 2004; Silva et al., 2020)

O sorvete de iogurte (frozen yogurt) é um produto diferente dos demais sorvetes uma vez que, segundo a RDC nº 226

da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA (Brasil, 2005) o sorvete está inserido no grupo dos gelados comestíveis que são definidos como produtos congelados obtidos a partir de uma emulsão de gorduras e proteínas; ou de uma mistura de água e açúcar(es). Podendo ser adicionados de outro(s) ingrediente(s) desde que não descaracterize(m) o produto. E o frozen yogurt de acordo com a ANVISA (Brasil, 2005), é um produto obtido basicamente com leite, submetido à fermentação láctea através da ação do *Streptococcus thermophilus* e *Lactobacillus bulgaricus*, ou a partir de iogurte com ou sem a adição de outras substâncias alimentícias, sendo posteriormente aerado e congelado. Além dessas culturas, bactérias probióticas, pertencentes aos gêneros *Bifidobacterium* e *Lactobacillus*, têm sido incorporadas ao iogurte a fim de ampliar seu apelo de alimento funcional (Alves et al., 2009; Fernandes et al., 2017).

Além de produtos com propriedades funcionais, os consumidores estão cada vez mais à procura de alimentos com sabores *sui generis* e o uso de gengibre na elaboração de produtos possui potencialidade de sucesso (Kango 2008; Souza et al., 2010). O gengibre possui atividades anti-inflamatória, antiemética e antináusea, antimutagênica, antiúlcera, hipoglicêmica, antibacteriana, entre outras, sendo que também apresenta compostos como 6-gingerol e 6-paradol, os quais possuem efeito antitumoral (Zarate et al., 1992).

Diante disso, o presente estudo teve como objetivos a) determinar a concentração ideal de gengibre a ser adicionado ao frozen yogurt, b) determinar a concentração de prebióticos em frozen yogurt adicionado de gengibre e c) estudar a viabilidade das culturas lácticas, os teores de compostos bioativos e a capacidade antioxidante de frozen yogurt simbiótico adicionado de gengibre.

2. Metodologia

2.1 Materiais

Os gengibres in natura (adquiridos no comércio local da cidade de Ouro Preto – MG) foram lavados em água corrente para remoção das sujidades e imersos em solução de hipoclorito a 2,5% por 15 min. Após processo de higienização, os gengibres in natura foram armazenados em recipientes plásticos e estocados em freezer a -18 °C.

Foram utilizados os seguintes materiais: leite integral UHT (Italac®); cultivo lácteo comercial YF-L812 (Chr. Hansen Lab.); creme de leite (Itambé®); cultura liofilizada probiótica Bio Rich (Chr. Hansen); açúcar refinado (União®); emulsificante e estabilizante (Selecta®); Emustab DR (emulsificante e estabilizante neutro - Selecta®); base para gelados comestíveis (Selecta®); inulina (Frutafit IQ-Metachem®); polidextrose (Nutramax®) e farelo de aveia OAT BRAN (Quaker®).

2.2 Métodos

O experimento foi realizado em três etapas.

2.2.1 Primeira etapa: Determinação da concentração ideal de gengibre a ser adicionado ao frozen yogurt

Para a realização desta etapa, foram realizadas 4 formulações de *frozen yogurt*: F1 (0,8% de gengibre adicionado antes da maturação da calda), F2 (1% de gengibre adicionado antes da maturação da calda), F3 (0,8% de gengibre adicionado após a maturação da calda) e F4 (1% de gengibre adicionado após a maturação da calda), conforme Tabela 1.

Tabela 1. Porcentagens de ingredientes utilizados na elaboração dos *frozen yogurt*.

Ingredientes (%)	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Gengibre	0,80	1,00	0,80	1,00
Creme de leite	15,33	15,11	15,33	15,11
Iogurte	83,42	83,44	83,42	83,44
Estabilizante/emulsificante	0,44	0,44	0,44	0,44

Fonte: Autores.

Iniciou-se o processo de elaboração do iogurte pesando-se o açúcar (9,0%) e o leite (90,0%), homogeneizando a mistura manualmente com o auxílio de uma colher de aço inox. Posteriormente, foi aplicado tratamento térmico em cubas de aço inox a 90 °C durante 5 min. Após, resfriou-se a mistura até 43 °C, inoculou-se a cultura láctica comercial YF-L812 (1%). A fermentação foi realizada a 43 °C até 0,65% ± 0,03. Após a fermentação o iogurte foi levado para maturação em refrigerador (10 °C) por 48 h.

Para o preparo do *frozen yogurt*, inicialmente realizou-se a quebra da massa do iogurte a frio e a divisão em quatro partes. Em seguida, foram elaboradas as formulações F1 e F2 conforme Tabela 1, sendo o gengibre, o creme de leite, o iogurte e o estabilizante/emulsificante homogeneizados em liquidificador industrial por 1 min, e em seguida a mistura foi levada à maturação sob refrigeração (4 °C) por um período de 2 h, sendo essa calda posteriormente aerada e congelada. Já as formulações F3 e F4 foram elaboradas do mesmo modo que as formulações F1 e F2, com exceção do gengibre, o qual foi adicionado (de forma *in natura* sofrendo somente o processo de trituração) após a maturação da calda conforme quantidade da Tabela 1.

Para avaliação da concentração ideal de gengibre a ser adicionado ao *frozen yogurt* foi realizado teste de preferência (ordenação) com 100 provadores não treinados. O teste foi conduzido em cabines individuais iluminadas com lâmpadas vermelhas (com o intuito de disfarçar a cor dos produtos) sendo os resultados avaliados por meio da Tabela Newell & MacFarlane (5%) de significância.

2.2.2 Segunda etapa: Determinação da concentração de prebióticos em *frozen yogurt* adicionado de gengibre

2.2.2.1 Delineamento experimental

Para a determinação da concentração de prebióticos em *frozen yogurt* adicionado de gengibre foi utilizado o planejamento simplex-lattice (Cornell, 1983) para avaliar os efeitos e para determinar as proporções dos prebióticos: polidextrose (X₁), inulina (X₂) e farelo de aveia (X₃). O planejamento experimental e seus níveis encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Planejamento estatístico das misturas (tratamentos) mostrando os níveis das variáveis empregadas no planejamento simplex-lattice.

Tratamentos	Variáveis		
	Polidextrose	Inulina	Farelo de Aveia
1	1	0	0
2	0	1	0
3	0	0	1
4	0,5	0,5	0
5	0,5	0	0,5
6	0	0,5	0,5
7	0,68	0,16	0,16
8	0,16	0,68	0,16
9	0,16	0,16	0,68
10	0,33	0,33	0,34
11	0,33	0,33	0,34
12	0,33	0,33	0,34

Fonte: Autores.

2.2.2.2 Preparo do *frozen yogurt* prebiótico adicionado de gengibre

O iogurte foi elaborado de acordo com a primeira etapa, sendo que, conforme os resultados do teste de preferência, foi utilizado somente uma formulação (F2: 1% de gengibre adicionado antes da maturação da calda) para a realização desta etapa.

Para o preparo do *frozen yogurt* prebiótico adicionado de gengibre foi substituído o creme de leite por base para gelatos comestíveis e emustab com a finalidade de reduzir o teor de gorduras no produto final.

Foi adicionado a cada formulação, 0,85% de emulsificante/estabilizante, 11,02% de base para gelados comestíveis e 2,0% de prebióticos isolados ou em combinação, de acordo com o delineamento experimental (Tabela 2). Estes aditivos foram homogeneizados em 16,95% de leite UHT e, posteriormente, sofreram tratamento térmico a 90 °C por 5 min. Após, a mistura foi resfriada a 4 °C e adicionada em liquidificador industrial, juntamente com 67,34% de iogurte, 1% de gengibre, e 0,85% de Emustab e batida por um minuto. Em seguida, a calda sofreu maturação, sob refrigeração (7 °C), por 2 h, sendo posteriormente aerada e congelada.

2.2.2.3 Análise de acidez, pH e coloração

Os teores de acidez e pH das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebiótico adicionados de gengibre foram realizadas segundo AOAC (2000), em triplicata.

A cor das diferentes foi determinada de acordo com a metodologia proposta por Lau et al. (2000) em triplicata. As coordenadas L*, a* e b* foram determinados em colorímetro Minolta modelo CR 400, trabalhando com D65 (luz do dia) e usando-se os padrões CIELab: em que L* varia de 0 (preto) a 100 (branco), a* varia de verde (-) ao vermelho (+), b* varia de azul (-) ao amarelo (+).

2.2.2.4 Rendimento (*overrun*)

A determinação do *overrun* foi realizado por meio do peso da massa das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebiótico adicionados de gengibre antes do processo de congelamento e areação e após esse processo. O cálculo foi feito conforme a equação 1 (Sabatini, et al., 2011).

$$\% \textit{overrun} = \frac{(P_1 - P_2)}{P_2} \times 100 \quad \text{Eq 1}$$

Onde:

P1 é o produto aerado.

P2 é o produto derretido.

2.2.2.5 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial localizado na Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto. O teste de aceitação foi realizado com relação aos atributos cor, aparência, aroma, textura, sabor e impressão global usando escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente, 9 = gostei extremamente) (Stone & Sidel, 1985).

Os provadores foram recrutados entre alunos, funcionários e visitantes totalizando assim 100 consumidores, sendo que o critério de inclusão foi consumir sorvetes. A avaliação sensorial foi realizada em três sessões (quatro amostras por sessão), em cabines individuais.

Durante a análise sensorial as amostras foram mantidas congeladas (-18 °C). As amostras, de aproximadamente, 5 g cada foram servidas em copos plásticos descartáveis e codificados por três dígitos aleatórios (Acosta et al., 2008).

2.2.2.6 Avaliação dos resultados

Para avaliação dos resultados da segunda etapa, realizaram-se análises estatísticas baseada no modelo predito das diferentes formulações. O modelo geral da função da regressão foi ajustado aos valores das variáveis respostas. Estes valores possuem termos lineares e não lineares conforme a equação 2.

$$Y_1 = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \quad \text{Eq. 2}$$

Para avaliar o ajuste dos dados, foi observado a análise de variância e o coeficiente de determinação (R^2) de cada parâmetro analisado em software Statistica 8.0 (StatSoft Inc., U.S. A., 2007). Para os parâmetros que não houveram ajuste de modelo, foi realizado teste de médias (Tukey) a 5,0% de probabilidade em software Sisvar (Ferreira, 2014).

2.2.3 Terceira etapa: Avaliação da viabilidade das culturas lácticas, dos teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante de *frozen yogurt* simbiótico adicionados de gengibre

De acordo com as regiões ótimas obtidas da segunda etapa foram elaboradas três novas formulações de *frozen yogurt* simbiótico adicionados de gengibre e estas foram avaliadas quanto viabilidade das culturas lácticas e quanto aos teores de compostos bioativos.

O preparo do iogurte seguiu da mesma maneira que as etapa 1.

A elaboração do *frozen yogurt* simbiótico foi igual a etapa 2, com exceção da adição da cultura liofilizada probiótica (10^9 UFC/mL), o qual foi homogeneizado em iogurte (25%) e adicionado a calda antes de bater em liquidificador. A calda sofreu maturação por 2 h sob refrigeração, sendo posteriormente aerada e congelada.

2.2.3.1 Avaliação da viabilidade das bactérias lácticas

A viabilidade das culturas lácticas foi avaliada por meio do plaqueamento (profundidade) do produto em ágar MRS (De Man et al., 1960). As placas foram incubadas em jarras contendo gerador de anaerobiose Anaerobac (PROBAC) a 37 °C por 48 h.

2.2.3.2 Avaliações dos compostos bioativos e capacidade antioxidante

2.2.3.2.1 Obtenção dos extratos das amostras

Para a obtenção do extrato foi adaptado o método desenvolvido por Larrauri et al. (1997). Foram pesadas 10 g de amostras em erlenmeyers e extraídos sequencialmente com 40 mL de metanol/água (50:50, v/v) mantidos por 1 h em agitador a 25 °C. Os erlenmeyers foram mantidos em ambiente refrigerado (8 °C) por 30 min e o sobrenadante foi recuperado. Em seguida, foi adicionado 40 mL de acetona/água (70:30, v/v) ao resíduo, e após extração por 60 min com rotação de 200 rpm foram mantidos em ambiente refrigerado (8 °C) por 30 min e o sobrenadante foi recuperado. Os extratos obtidos foram transferidos para um balão volumétrico de 100 mL e adicionou-se água destilada, até aferir o seu volume. O preparo do extrato foi realizado ao abrigo de luz, e armazenados à temperatura de -18 °C, até o momento da análise.

2.2.3.2.2 Compostos fenólicos totais

A quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada de acordo com o método adaptado de Folin-Ciocalteu (Waterhouse, 2002). Adicionou-se ao abrigo de luz 0,5 mL da solução dos extratos em tubos de ensaio, em seguida, foram adicionados 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu 10% (v/v) e 2 mL da solução de carbonato de sódio 4% (p/v) e homogeneizou-se. Manteve-os em repouso por 2 h. Após, foi realizada a leitura em espectrofotômetro, à absorvância de 750 nm, tendo o etanol absoluto como branco, tudo ao abrigo de luz. A determinação do teor de fenólicos totais foi realizada por meio da interpolação da absorvância das amostras contra a curva de calibração construída com padrões de ácido gálico (5, 10, 15, 20, 30 e 40 µg/mL). Os resultados foram expressos em µg de ácido gálico equivalente (GAE)/g de *frozen*.

2.2.3.2.3 Avaliação da capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante dos *frozen yogurt* simbiótico adicionados de gengibre foi determinada pelos métodos ABTS (ácido 2,2-azino-bis-(3 etilbenzenotiazolino-6-sulfônico) e DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil).

O método de Re et al. (1999) foi usado para o ensaio ABTS, com pequenas modificações. O radical ABTS (ABTS+) foi gerado pela reação de 5 mL de solução aquosa de ABTS (7 mM) com 88 µL de persulfato de potássio a 140 mM (concentração final de 2,45 mM). A mistura foi mantida no escuro por 16 h antes do uso e então diluída com etanol para obter uma absorvância de $0,7 \pm 0,05$ unidades a 734 nm usando um espectrofotômetro. O extrato de *frozen yogurt* (30 µL) ou a substância de referência (trolox - ácido 6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilroman-2-carboxílico), foi deixada reagir com 3 mL da solução de radical ABTS azul-verde resultante no escuro. A diminuição da absorvância foi medida após 6 min a 734 nm. Soluções etanólicas de concentrações conhecidas de trolox foram usadas para calibração. Os resultados foram expressos como micromoles de equivalentes de trolox (TEs) por grama de *frozen* (µmol de TEs/g *frozen*).

A capacidade de eliminação de radicais livres de DPPH foi estimada usando o método relatado por Brand-Williams et al. (1995). A solução de DPPH (600 µM) foi diluída com etanol para obter uma absorvância de $0,7 \pm 0,02$ unidades a 517 nm.

Os extratos de *frozen yogurt* (0,1 mL) foram deixados reagir com 3,9 mL de solução de radical DPPH por 30 min no escuro. A diminuição da absorbância da solução resultante foi monitorada a 517 nm. Os resultados foram expressos em EC₅₀ (grama de *frozen yogurt* por grama de DPPH).

2.2.3.2.4 Avaliação dos resultados

Foram realizados testes de médias (Tukey) a 5% de significância em software Sisvar (Ferreira, 2014) para avaliar a viabilidade das culturas lácticas e os teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante das diferentes formulações de *frozen yogurt* simbióticos adicionados de gengibre.

3. Resultados e Discussão

3.1 Determinação da concentração ideal de gengibre a ser adicionado ao *frozen yogurt*

Os resultados do teste de ordenação estão na Tabela 3.

Tabela 3. Resultado do teste de ordenação das diferentes formulações de *frozen yogurt* adicionada de gengibre.

Formulações	Totais
F1	237 ^a
F2	269 ^a
F3	262 ^a
F4	232 ^a

Valores seguidos da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pela tabela Newell & MacFarlane (5%) de significância.
Fonte: Autores.

Observa-se que as formulações F1, F2, F3, e F4 não diferiram entre si ($p > 0.05$). Desta forma, optou-se por utilizar a formulação F2 (1% de gengibre adicionado antes da maturação da calda) na elaboração dos *frozen yogurt* com o intuito de elaborar um produto com maiores teores de compostos bioativos.

3.2 Determinação da concentração de prebióticos em *frozen yogurt* adicionado de gengibre

Não houve ajuste do modelo para todas as análises realizadas nesta etapa. Desta forma, realizou-se teste de médias.

Na Tabela 4 encontram-se os resultados médios de acidez e pH das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre.

Tabela 4. Valores médios dos teores de acidez e pH das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre.

Formulações	Acidez (g/100 g)	pH
F1	0,48±0,00 ^a	5,02±0,04 ^c
F2	0,50±0,00 ^a	4,91±0,01 ^d
F3	0,50±0,00 ^a	4,96±0,01 ^d
F4	0,49±0,00 ^a	5,12±0,00 ^a
F5	0,45±0,10 ^a	4,94±0,01 ^d
F6	0,49±0,00 ^a	4,96±0,01 ^d
F7	0,50±0,00 ^a	5,13±0,01 ^a
F8	0,38±0,09 ^a	4,99±0,01 ^c
F9	0,51±0,00 ^a	4,96±0,00 ^d
F10	0,45±0,10 ^a	5,06±0,00 ^b

Valor médio ± desvio padrão; Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de significância. F1, 2% polidextrose; F2, 2% inulina; F3, 2% farelo de aveia; F4, 1% polidextrose e 1% inulina; F5, 1% polidextrose e 1% farelo de aveia; F6, 1% inulina e 1% farelo de aveia; F7, 1,36% polidextrose, 0,32% inulina e 0,32% farelo de aveia; F8, 0,32% polidextrose, 1,36% inulina e 0,32% farelo de aveia; F9, 0,32% polidextrose, 0,32% inulina e 1,36% farelo de aveia; F10, 0,66% polidextrose, 0,67% inulina e 0,67% farelo de aveia. *Formulação 10: média dos valores dos parâmetros físicos obtidos pelas formulações 10, 11 e 12. Fonte: Autores.

Os valores de acidez não diferiram entre si ($p > 0.05$) entre as formulações estudadas (Tabela 4), assim entende-se que a adição de prebióticos isolados ou em combinação não influenciou na acidez do produto. Huy (1992) sugere que o teor mínimo de acidez titulável para o *frozen yogurt* seja de 0,3% de ácido láctico no produto final. No presente estudo, todas as formulações elaboradas apresentaram teor de acidez superior ao sugerido por este autor.

Em relação ao pH, observou-se que houve diferença entre as formulações ($p \leq 0.05$) (Tabela 4), sendo que as formulações F4 (1% de inulina e 1% de polidextrose) e F7 (1,36% de polidextrose, 0,32% de inulina, e 0,32% de farelo de aveia) apresentaram maiores valores, indicando que a adição de prebióticos nessas combinações influenciaram negativamente no pH do produto, visto que o *frozen yogurt* é um produto que possui como característica, um sabor ácido acentuado quando comparado ao sorvete tradicional (Misra, et al., 2019), assim pode-se inferir que a utilização de prebióticos combinados nas concentrações de 0,32% a 1%, 1% a 1,36% e 0,32% de inulina, polidextrose e farelo de aveia, respectivamente, tornam o produto menos ácido.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados médios dos parâmetros de cor das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre.

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros de cor das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre.

Formulação	L*	a*	b*
F1	86,85±2,15 ^a	5,52±0,30 ^a	8,79±0,38 ^a
F2	84,50±1,58 ^a	5,51±0,45 ^a	10,31±1,93 ^a
F3	77,98±1,58 ^a	5,26±0,54 ^a	9,06±0,68 ^a
F4	78,04±3,40 ^a	5,12±0,29 ^a	9,85±1,66 ^a
F5	81,09±5,48 ^a	5,42±0,46 ^a	9,10±1,50 ^a
F6	79,95±7,05 ^a	5,36±0,50 ^a	9,39±0,70 ^a
F7	78,28±5,27 ^a	5,15±0,41 ^a	9,60±0,96 ^a
F8	80,87±9,8 ^a	5,17±0,59 ^a	8,44±0,76 ^a
F9	83,10±7,17 ^a	5,42±0,41 ^a	10,02±0,72 ^a
F10	84,03±3,18 ^a	5,21±0,53 ^a	8,96±1,25 ^a

Valor médio ± desvio padrão; Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de significância. F1, 2% polidextrose; F2, 2% inulina; F3, 2% farelo de aveia; F4, 1% polidextrose e 1% inulina; F5, 1% polidextrose e 1% farelo de aveia; F6, 1% inulina e 1% farelo de aveia; F7, 1,36% polidextrose, 0,32% inulina e 0,32% farelo de aveia; F8, 0,32% polidextrose, 1,36% inulina e 0,32% farelo de aveia; F9, 0,32% polidextrose, 0,32% inulina e 1,36% farelo de aveia; F10, 0,66% polidextrose, 0,67% inulina e 0,67% farelo de aveia. *Formulação 10: média dos valores dos parâmetros físicos obtidos pelas formulações 10, 11 e 12. Fonte: Autores.

Não houve diferença significativa ($p > 0.05$) entre as formulações de *frozen yogurt* prebiótico adicionados de gengibre para todos os parâmetros de cor estudados (L*, a* e b*), mostrando que a adição de prebióticos isolados ou em combinação não influenciou na cor dos *frozen yogurt*.

Os resultados médios dos atributos sensoriais das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre encontram-se na Tabela 6.

Observou-se que em relação aos atributos sensoriais de aparência, aroma, textura e impressão global não houve diferença significativa entre as formulações ($p > 0.05$), indicando que a adição de prebióticos isolados ou em combinação não influenciaram estes atributos.

A aceitação sensorial foi bastante satisfatória em relação a todos os atributos, tornando viável a utilização prebióticos isolados ou em combinação para produção de novos alimentos. Em trabalhos realizados com geleia de polpa e casca de abacaxi com gengibre Nascimento e Rabelo (2018) verificou que a utilização do gengibre foi uma forma de agregar valor nutricional pois não alterou o sabor do produto.

Tabela 6. Valores médios dos atributos sensoriais das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre.

Formulações	Cor	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Impressão global
F1	7,43±1,37 ^b	7,51±1,29 ^a	7,31±1,38 ^a	7,35±1,45 ^a	6,85±1,73 ^b	7,12±1,22 ^a
F2	7,87±1,27 ^a	7,85±1,14 ^a	7,47±1,04 ^a	7,66±1,11 ^a	7,20±1,64 ^a	7,12±1,23 ^a
F3	7,29±1,45 ^b	7,74±1,16 ^a	7,26±1,31 ^a	7,76±1,15 ^a	7,02±1,51 ^b	7,28±1,30 ^a
F4	7,82±1,39 ^a	7,84±1,28 ^a	7,44±1,32 ^a	7,74±1,15 ^a	7,24±1,44 ^a	7,41±1,30 ^a
F5	7,30±1,45 ^b	7,65±1,32 ^a	7,21±1,55 ^a	7,92±0,98 ^a	7,31±1,32 ^a	7,57±1,09 ^a
F6	7,35±1,42 ^b	7,50±1,48 ^a	7,19±1,62 ^a	7,66±1,14 ^a	7,00±1,49 ^b	7,32±1,30 ^a
F7	7,79±1,33 ^a	7,85±1,22 ^a	7,36±1,37 ^a	7,69±1,23 ^a	7,30±1,27 ^a	7,47±1,07 ^a
F8	7,45±1,45 ^b	7,68±1,21 ^a	8,37±1,40 ^a	7,56±1,23 ^a	6,73±1,73 ^b	7,16±1,33 ^a
F9	7,53±1,41 ^b	7,66±1,26 ^a	7,51±1,39 ^a	7,64±1,24 ^a	7,22±1,42 ^a	7,39±1,28 ^a
F10	7,76±1,36 ^a	7,85±1,16 ^a	7,23±1,36 ^a	7,61±1,30 ^a	6,89±1,63 ^b	7,26±1,32 ^a

Valor médio ± desvio padrão; Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de significância. F1, 2% polidextrose; F2, 2% inulina; F3, 2% farelo de aveia; F4, 1% polidextrose e 1% inulina; F5, 1% polidextrose e 1% farelo de aveia; F6, 1% inulina e 1% farelo de aveia; F7, 1,36% polidextrose, 0,32% inulina e 0,32% farelo de aveia; F8, 0,32% polidextrose, 1,36% inulina e 0,32% farelo de aveia; F9, 0,32% polidextrose, 0,32% inulina e 1,36% farelo de aveia; F10, 0,66% polidextrose, 0,67% inulina e 0,67% farelo de aveia. *Formulação 10: média dos valores dos parâmetros físicos obtidos pelas formulações 10, 11 e 12. Fonte: Autores.

Já em relação atributo cor, as formulações F2 (2% de inulina), F4 (1% de inulina e 1% de polidextrose), F7 (1,36% de polidextrose, 0,32% de inulina e 0,32% de farelo de aveia), F10 (0,66% de polidextrose, 0,67% de inulina e 0,67% de farelo de aveia) obtiveram as maiores médias (Tabela 6), indicando que maiores notas em relação ao atributo cor são obtidas utilizando concentrações de 0,66% a 1,36% de polidextrose, 0,32% a 2% de inulina e 0,32% a 0,67% de farelo de aveia.

Quanto ao atributo sabor, as formulações F2 (2% de inulina), F4 (1% de inulina e 1% de polidextrose), F7 (1,36% de polidextrose, 0,32% de inulina e 0,32% de farelo de aveia), F9 (0,32% de polidextrose, 0,32% de inulina e 1,36% de farelo de aveia) apresentaram maiores valores médios (Tabela 6), com notas variando de 7 (gostei moderadamente) a 8 (gostei muito), indicando que maiores notas em relação ao atributo sabor são obtidas utilizando concentrações de 0,32% a 1,36% de polidextrose, 0,32% a 2% de inulina e 0,32% a 1,36% de farelo de aveia.

Os resultados médios do *overrun* das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre encontram-se na Tabela 7.

Quanto a quantidade de ar incorporada nas diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre, observou-se valores entre 2,24% e 7,75% (Tabela 7). Ao relacionar os resultados obtidos para o *overrun* com a Tabela 1, observou-se que dentre as formulações que continham apenas prebióticos isolados, a formulação contendo apenas polidextrose F1 obteve percentual de ar incorporado maior do que as demais amostras. Já em relação as formulações com prebióticos em combinação, observou-se que a formulação F7 a qual apresentava maior concentração de polidextrose em relação a inulina e farelo de aveia, obteve maior *overrun*, indicando uma possível influência da polidextrose sobre a incorporação de ar no produto.

Tabela 7. Valores de *overrun* das diferentes formulações de *frozen yogurt* prebióticos adicionados de gengibre.

Formulações	Overrun (%)
F1	6,39
F2	4,90
F3	4,38
F4	2,24
F5	5,38
F6	5,12
F7	7,75
F8	6,93
F9	5,27
F10	4,34

F1, 2% polidextrose; F2, 2% inulina; F3, 2% farelo de aveia; F4, 1% polidextrose e 1% inulina; F5, 1% polidextrose e 1% farelo de aveia; F6, 1% inulina e 1% farelo de aveia; F7, 1,36% polidextrose, 0,32% inulina e 0,32% farelo de aveia; F8, 0,32% polidextrose, 1,36% inulina e 0,32% farelo de aveia; F9, 0,32% polidextrose, 0,32% inulina e 1,36% farelo de aveia; F10, 0,66% polidextrose, 0,67% inulina e 0,67% farelo de aveia. *Formulação 10: média dos valores dos parâmetros físicos obtidos pelas formulações 10, 11 e 12. Fonte: Autores.

3.3 Avaliação da viabilidade das culturas lácticas, dos teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante de *frozen yogurt* simbiótico adicionados de gengibre

Com base nos resultados obtidos na segunda etapa, foram escolhidas as formulações F2 (2% de inulina), F4 (1% de inulina e 1% de polidextrose) e F7 (1,36% de polidextrose, 0,32% de inulina, e 0,32% de farelo de aveia) para a adição da cultura liofilizada probiótica com a finalidade de avaliar a viabilidade das culturas lácticas, dos teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante de *frozen yogurt* simbiótico adicionados de gengibre.

Na Tabela 8 encontram-se os resultados da viabilidade das culturas lácticas das formulações de *frozen yogurt* simbióticos adicionados de gengibre.

Tabela 8. Resultados da contagem microbiológica das bactérias lácticas viáveis presentes nas formulações de *frozen yogurt* simbiótico adicionados de gengibre.

Tratamentos	UFC/g
F2	$2,1 \times 10^7$
F4	$2,2 \times 10^7$
F7	$3,0 \times 10^7$

F2, 2% inulina; F4, 1% polidextrose e 1% inulina; F7, 1,36% polidextrose, 0,32% inulina e 0,32% farelo de aveia. Fonte: Autores.

Os resultados dispostos na Tabela 8 indicam a contagem de bactérias ácido lácticas referente a porção de 1 g de cada formulação, portanto em uma porção diária de 100 g seria equivalente para cada formulação a $2,1 \times 10^9$ UFC para F2, $2,2 \times 10^9$ UFC para F4 e $3,0 \times 10^9$ UFC para F7. Segundo a RDC nº 278 (Brasil, 2005), para que um produto possa ser considerado probiótico ele deve conter no mínimo de 10^8 a 10^9 UFC por porção.

Os teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante das formulações de *frozen yogurt* simbióticos adicionados de gengibre encontram-se na Tabela 9.

Tabela 9. Avaliação dos teores de compostos bioativos e capacidade antioxidante das formulações de *frozen yogurt* simbióticos adicionados de gengibre.

Variáveis	Tratamentos		
	F2	F4	F7
Compostos fenólicos (mg AGE/g <i>frozen</i>)	0,35 ^a	0,26 ^b	0,26 ^b
Atividade antioxidante- ABTS ($\mu\text{mol/g}$ de <i>frozen</i>)	7,87 ^a	8,01 ^a	7,92 ^a
Atividade antioxidante - DPPH (EC50 – g <i>frozen</i> /g DPPH)	52,49 ^a	54,03 ^a	51,56 ^a

Médias seguidas da mesma letra, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste Scott-Knott a 5% de significância. F2, 2% inulina; F4, 1% polidextrose e 1% inulina; F7, 1.36% polidextrose, 0.32% inulina e 0.32% farelo de aveia. Fonte: Autores.

Observou-se que somente os valores de compostos fenólicos diferiram ($p \leq 0.05$) entre os tratamentos, sendo que a formulação 2 (2% de inulina) apresentou maior valor.

Os teores de antioxidantes das formulações não diferiram ($p > 0.05$) nos dois métodos utilizados.

4. Conclusão

Neste estudo verificou-se que a utilização de 0,8 % e 1,0 % de gengibre adicionados antes ou após a maturação da calda não influenciaram a preferência do *frozen yogurt*. Já a adição de prebióticos, forma isolada ou combinada, influenciaram no pH, nos atributos sensoriais de cor e sabor e no *overrun*, sendo que a utilização de 2 % de inulina proporcionou maiores teores de compostos fenólicos.

Diante do exposto conclui-se que é viável produzir *frozen yogurt* simbiótico adicionado de gengibre. Desta forma, as quantidades ideais de gengibre e de prebiótico a ser adicionado ao produto são 1 % e 2 %, respectivamente.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-Código Financeiro 001) e Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

Referências

- Acosta, O., Viquez, F. & Cubero, E. (2008). Optimization of low calorie mixed fruit jelly by response surface methodology. *Food Quality and Preference*, 19(1), 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.06.010>
- Aljewicz, M., Nalepa, B. & Ciesielski, S. (2022). The influence of different types of β -glucans on the gut microbiota of rats fed milk gels. *Journal of Functional Foods*, 89, 104930. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104930>
- Alves, L. L., Richerds, N. S. P. S., Becker, L. V., Andrade, D. F., Milani, L. I. G., Rezer, A. P. S. & Scipioni, G. C. (2009). Aceitação sensorial e caracterização de frozen yogurt de leite de cabra com adição de cultura probiótica e prebiótica. *Ciência Rural*, 39(9), 2595-2600. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000204>
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 17th ed. AOAC International, Arlington, Virginia, USA.
- Arruda, H. S., Silva, E. K., Pereira, G. A., Meireles, M. A. A. & Pastore, G. M. Inulin thermal stability in prebiotic carbohydrate-enriched araticum whey beverage. *LWT - Food Science and Technology*, 128, 109418, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109418>
- Barros, S. L., Silva, W. P., Figueirêdo, R. M. F., Araújo, T. J., Santos, N. C. & Gomes, J. P. (2019). Efeito da adição de diferentes tipos de açúcar sobre a qualidade físico-química de geleias elaboradas com abacaxi e canela. *Revista Principia: Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, 45, 150-157.

- Batool, Z., Hu, G., Xinyue, H., Wu, Y., Fu, X. & Cai, Z. (2021). A comprehensive review on functional properties of preserved eggs as an excellent food ingredient with anti-inflammatory and anti-cancer aspects. *Food Bioscience*, 44, 101347. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101347>
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. & Berset C. (1995). Use of a free-radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28(1), 25–30. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Brasil. (2005). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Comissões e Grupos de Trabalho. Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos. *Alimentos com alegações de propriedades funcionais e ou de saúde, novos alimentos/ingredientes, substâncias bioativas e probióticos*. IX – Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno_lista_alega.htm.
- Chang, Y. J., Lee, S., Yoo, M. A. & Lee, H. G. (2006). Structural and biological characterization of sulfated-derivatized oat β -glucan. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54, 3815–3818. <https://doi.org/10.1021/jf060243w>
- Cornell, J. A. (1983). *Experiment with mixtures: design, model and analysis of mixtures*. Data. John Wiley, New York, NY.
- Curi, P. N., Almeida, A. B., Pio, R., Lima, L. C. O., Nunes, C. A. & Souza, V. R. (2019). Optimization of native Brazilian fruit jelly through desirability-based mixture design. *Food Science and Technology*, 39(2), 388-395.
- De Man, J. C., Rogosa, M. & Sharpe, M. E. (1960). A médium for cultivation of lactobacilli. *Journal of Applied Bacteriology*, 23(1), 130-135. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.1960.tb00188.x>
- Fernandes, R. C. S., Pitombo, V. C., Morais, N. A. R., Salvador, A. C. A., Rezende, L. S., Matias, A. C. G., Furquim, N. R. & Pereira, B. R. O. (2017). Development and sensory evaluation of yogurt ice cream (frozen) functional with green banana biomass and red fruits. *Revista UNINGÁ Review*, 30(2), 17-22.
- Ferreira, D. F. (2014). Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciencia e Agrotecnologia*, 38(2), 109-112. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>
- Ferronato, A. N., Rossi, R., Pinto, L. M. N. & Garavaglia, J. (2021). Development of a freeze-dried symbiotic obtained from rice bran. *Biotechnology Reports*, 30, e00636. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00636>
- Flood, M. T., Auerbach, M. H. & Craig, S. A. A. (2004). A review of the clinical toleration studies of polydextrose in food. *Food and Chemical Toxicology*, 42(9), p.1531-1542. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2004.04.015>
- Grochowicz, J., Fabisiak, A. & Ekielski, A. (2021). Importance of physical and functional properties of foods targeted to seniors. *Journal of Future Foods*, 1(2), 146-155. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2022.01.004>
- Huy, Y. H. *Dairy science and technology handbook*. New York: VCH Publ., 1992. v.2, p.1-159.
- IAL. (2008). *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz* (1st ed. dig.). São Paulo, IAL567–587.
- Kango, N. (2008). Production of inulase using tap roots of dandelion (*Taraxacum officinale*) by *Aspergillus niger*. *Journal of Food Engineering*, 85(3), 473-478. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.08.006>
- Larrauri, J. A., Rupérez, P. & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(4), 1390-1393. <https://doi.org/10.1021/jf960282f>
- Lima, M. B., Domingos, F. M., Lima, J. J. F. J., Monteiro, R. S., Santos, O. D. H. & Pereira, P. A. P. (2019). Characterization and influence of hydrocolloids on low caloric orange jellies. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(1), 7-15. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i1.1894>
- Liu, B., Lin, Q. L., Yang, T., Zeng, L. N., Shi, L. M., Chen, Y. Y. & Luo, F. J. (2015). Oat beta glucan ameliorates dextran sulfate sodium (DSS)-induced ulcerative colitis in mice. *Food & Function*, 6, 3454–3463. <https://doi.org/10.1039/c5fo00563a>
- López-Castejón, M. L., Bengoechea, C., Alguacil, J. M. & Carrera, C. (2021). Prebiotic food foams stabilized by inulin and β -lactoglobulin. *Food Hydrocolloids*, 119, 106829. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106829>
- McLoughlin, R. F., Berthon, B. S., Jensen, M. E., Baines, K. J. & Wood, L. G. (2017). Short-chain fatty acids, prebiotics, synbiotics, and systemic inflammation: a systematic review and meta-analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 106(3), 930–945. <https://doi.org/10.3945/ajcn.117.156265>
- Misra, S., Mohanty, D. & Mohapatra, S. (2019). Applications of probiotics as a functional ingredient in food and gut health. *Journal of Food and Nutrition Research*, 7(3), 213-223. <https://doi.org/10.12691/jfnr-7-3-6>
- Nascimento, A. L. & Rabelo, M. (2018). Desenvolvimento e análise sensorial da geleia de polpa e casca de abacaxi com gengibre. *Revista Acadêmica Conecta FASF*, 3(1), 1 -9.
- Oluwatosin, S. O., Tai, S. L. & Fagan-Endres, M. A. (2022). Sucrose, maltodextrin and inulin efficacy as cryoprotectant, preservative and prebiotic – towards a freeze dried *Lactobacillus plantarum* topical probiotic. *Biotechnology Reports*, 33, e00696. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2021.e00696>
- Pimentel, T. C., Assis, B. B. T., Rocha, C. S., Marcolino, V. A., Rosset, M. & Magnani, M. (2022). Prebiotics in non-dairy products: Technological and physiological functionality, challenges, and perspectives. *Food Bioscience*, 46, 101585. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2022.101585>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Sabatini, D. R., Silva, K. M., Picinin, M. E., Del Santo, V. R., Souza, G. B. & Pereira, C. A. M. (2011). Centesimal and mineral composition of powdered carob and its use on preparation and acceptability of an ice cream. *Alimentos e Nutrição*, 22(1), 129-136.

- Seolin, V. J., Scapim, M. R. S., Pieretti, G. G., Tonon, L. A. C. & Madrona, G. S. (2013). Substituição de sacarose por frutooligosacarídeo em sorvete. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, 7(2), 1062-1073. <https://doi.org/10.3895/S1981-36862013000200006>
- Silva, J. M., Klososki, S. J., Silva, R., Raices, R. S. L., Silva, M. C., Freitas, M. Q., Barão, C. E. & Pimentel, T. C. (2020). Passion fruit-flavored ice cream processed with water-soluble extract of rice by-product: What is the impact of the addition of different prebiotic components? *LWT - Food Science and Technology*, 128, 109472. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109472>
- Souza, P. H. M., Ramos, A. M., Maia, G. A., Brito, E. S., Garruti, D. S. & Fonseca, A. V. V. (2010). Adição de extratos de Ginkgo biloba e Panax ginseng em néctares mistos de frutas tropicais. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 30(2), 463-470. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000200025>
- Stone, H. & Sidel, J. L. (1985). *Sensory Evaluation Practices*. London: Academic Press, 338p.
- Suárez N. F., Abreu, R. A. A., Reis, L. A. C., Curi, P. N., Schiassi, M. C. E. E., Souza, V. R. & Pio, R. (2020). Consumer profile: blackberry processing with different types of sugars. *Food Science and Technology*, 41(3), 653-660. <https://doi.org/10.1590/fst.23020>
- Waterhouse, A. L. (2002). *Polyphenolics: Determination of total phenolics*. In: WROLSTAD, R. E. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 11, 111-118.
- Zarate, R., Sukrasno, Yeoman, M. M. (1992). Application of two rapid techniques of column chromatography to separate the pungent principles of ginger, *Zingiber officinale* Roscoe. *Journal of Chromatography*, 609(1-2), 407 – 413. [https://doi.org/10.1016/0021-9673\(92\)80189-2](https://doi.org/10.1016/0021-9673(92)80189-2)
- Zhang, Q., Xie, J., Xue, B., Li, X., Gan, J., Bian, X., Qin, Y. & Sun, T. (2021). Effect of sulfated modification on rheological and physiological properties of oat β -glucan oligosaccharides prepared by acid or oxidative degradation. *Journal of Cereal Science*, 99, 103209. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2021.103209>