

Características Físico-Químicas, Microbiológicas e Sensoriais de Iogurtes Tradicional, Delactosado, Adicionado de Ora-pro-nóbis e Abacaxi e Contendo *Lacticaseibacillus casei* BGP93

Physicochemical, Microbiological and Sensory Characteristics of Traditional Yogurts, Delactosated, Added with Ora-pro-nóbis and Pineapple and Containing *Lacticaseibacillus casei* BGP93

Vinilson dos Santos Silva^a; Alcília Grazielle Almeida^a; Sara Pereira Leandro^a; Gisely Peron Gasparoni^a; Daiana Júnia de Paula Antunes^a; Bruna Leitoguinho Fernandes^a; Pedro Gonçalves Gomes^a; Cláudia Lúcia de Oliveira Pinto^b; Roselir Ribeiro da Silva^a; Maurilio Lopes Martins^{*a}

^aInstituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gérias, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. MG, Brasil.

^bEmpresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais. MG, Brasil.

*E-mail: maurilio.martins@ifsudestemg.edu.br

Resumo

O consumo de alimentos funcionais adicionados de probióticos vem crescendo ao longo dos anos. Objetivou-se desenvolver e determinar as características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais de iogurtes tradicional e delactosado contendo *Lacticaseibacillus casei* BGP93, adicionados de preparado de folhas de ora-pro-nóbis e/ou preparado de polpa de abacaxi. Foram elaborados oito tratamentos de iogurtes e avaliadas suas características sensoriais nos tempos de 20 e 45 dias. Os iogurtes contendo preparado de polpa de abacaxi, preparado de folhas de ora-pro-nóbis e a mistura dos dois, foram caracterizados quanto ao pH, acidez, gordura e proteína nos tempos 0, 15, 30 e 45 dias. As análises de coliformes a 35 °C e 45 °C e de fungos filamentosos e leveduras também foram determinadas nesses tempos. Em relação à aparência, consistência, cor, sabor e impressão global, os iogurtes com maior aceitação ($p<0,05$) foram os sem polpa e os adicionados de preparado de polpa de abacaxi. Quanto ao atributo aroma, os menos aceitos ($p<0,05$) foram os que continham preparado de ora-pro-nóbis no tempo de 20 dias. Quanto à acidez, houve preferência ($p<0,05$) pelos iogurtes tradicionais e na avaliação de intenção de compra, os iogurtes contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis apresentaram menores médias ($p<0,05$). O teor de proteína (3,23%) foi maior ($p<0,05$) nos iogurtes adicionados de preparado de folhas de ora-pro-nóbis. Em relação às características microbiológicas, os iogurtes desenvolvidos atenderam à legislação vigente. A adição desse preparado foi positiva por agregar valor nutricional ao produto, além de contribuir para o uso e consumo dessa hortaliça não convencional.

Palavras-chave: Leite Fermentado. Hortaliça não Convencional. Alimento Funcional.

Abstract

The consumption of functional foods and, mainly, those containing probiotics has been growing over the years. This study aimed to develop and determine the physicochemical, microbiological and sensorial characteristics of traditional and delactosated yogurt containing Lacticaseibacillus casei BGP93, added with ora-pro-nóbis leaf preparation and/or pineapple pulp preparation. Eight yogurt treatments were prepared and their sensory characteristics were evaluated at 20 and 45 days. Yogurts containing a preparation of pineapple pulp, a preparation of ora-pro-nóbis leaves and a mixture of the two were characterized in terms of pH, acidity, fat and protein at times 0, 15, 30 and 45 days. Coliform analyzes at 35 °C and 45 °C, and count of filamentous fungi and yeast were also determined at these times. In relation to appearance, consistency, color, flavor and overall impression, the yogurts with the greatest ($p<0,05$) acceptance were those without pulp and those added with pineapple pulp preparation. As for the aroma attribute, the least ($p<0,05$) accepted were those containing ora-pro-nóbis preparation for 20 days. As for acidity, there was a preference ($p<0,05$) for traditional yogurts and in the evaluation of purchase intention, yogurts containing ora-pro-nóbis leaf preparation presented ($p<0,05$) lower averages. The protein content was higher ($p<0,05$) in yogurts containing ora-pro-nóbis leaf preparation. Regarding microbiological characteristics, the yogurts developed complied with current legislation. The addition of this preparation was positive as it added nutritional value to the product, in addition to contributing to the use and consumption of this unconventional vegetable.

Keywords: Fermented Milk. Unconventional Vegetable. Functional Food.

1 Introdução

A demanda dos consumidores por alimentos saudáveis e nutritivos vem aumentando. Essa tendência ocorre em função da preocupação de consumir produtos mais naturais, que sejam benéficos à saúde, que forneçam a energia necessária para as funções do organismo, que sejam funcionais, além de práticos, atrativos e saudáveis. Como consequência, a segurança, a qualidade e a importância nutricional dos alimentos vêm ganhando posição de destaque nos meios científicos e o desenvolvimento de novos produtos um campo

desafiador (Silva, 2020).

O termo “alimento funcional”, de origem japonesa, ganhou o mercado alimentício por estar atrelado ao desenvolvimento de produtos saudáveis, que além de contribuir nutricionalmente, contribuem de forma benéfica para a saúde do consumidor. Esses alimentos, quando associados a uma dieta balanceada, auxiliam na saúde, além de diminuir o risco de doenças do indivíduo (Lopes; Bastos; Rebello, 2023).

De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 1999), o alimento, ingrediente ou substâncias específicas que alegam ter propriedades funcionais podem,

além de suas funções nutricionais básicas, produzirem efeitos benéficos à saúde, efeitos metabólicos e/ou fisiológicos que sejam seguros para o consumo humano sem a necessidade de supervisão médica.

Segundo Albuquerque *et al.* (2021), entre os mais diversos tipos de alimentos funcionais, os que vêm ganhando maior destaque são os probióticos tradicionalmente utilizados em derivados lácteos. Para Artilha *et al.* (2020), esses derivados vêm obtendo uma posição significativa no mercado de alimentos funcionais, com ênfase para as bebidas lácteas fermentadas, como por exemplo, os iogurtes.

O processo de fermentação tem como base a ação de micro-organismos em um meio composto por nutrientes que são essenciais para sua multiplicação. Esses alimentos são conhecidos por oferecerem diversos benefícios à saúde, pois possuem compostos antioxidantes, antimicrobianos, antifúngicos, anti-inflamatórios, entre outros. Esse processo importante e culturalmente conhecido é um dos mais antigos documentados pela história das civilizações (Figueiredo; Castro; Mascarenhas, 2023).

O iogurte é um tipo de leite fermentado de grande importância para a saúde humana, além de ser um produto muito popular em todo o Mundo. A Instrução Normativa nº 46, de 23 de outubro de 2007, define o iogurte como um produto que pode ou não ser adicionado de outras substâncias alimentícias obtido através da coagulação e diminuição do pH do leite, pela ação do cultivo protossimbiótico de duas bactérias específicas, sendo essas: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* e *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *Bulgaricus*, aos quais também pode ser adicionado de outras bactérias ácido-lácticas de forma a contribuir para a determinação das características do produto final (Brasil, 2007).

Segundo Rocha *et al.* (2021), os alimentos probióticos são funcionais e podem auxiliar no equilíbrio da microbiota intestinal. Os probióticos são micro-organismos vivos que, quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro (Hill *et al.*, 2014). Além disso, para conferir esse benefício à saúde, essas bactérias devem chegar ao intestino vivas (Gallina; Ormenese; Garcia, 2019).

Além dos alimentos funcionais, outro produto que ganhou o mercado são os alimentos para dietas com restrição à lactose, também conhecidos como “isentos de lactose”, “zero lactose” ou cientificamente, como delactosados. A lactose é um carboidrato composto por dois monossacarídeos (glicose e galactose), que está presente no leite e em seus derivados. Para que esse carboidrato seja digerido pelo organismo, é necessário a presença no mesmo, da enzima lactase (β -galactosidase). Em função do crescimento no número de indivíduos que são intolerantes à lactose, ou seja, que tenha ausência ou deficiência da enzima lactase, a indústria alimentícia é desafiada a desenvolver diversos produtos zero lactose para suprir as necessidades desses consumidores

(Alves; Pedroni, 2021).

Por outro lado, *Pereskia aculeata* Miller, popularmente conhecida como ora-pro-nóbis, é uma planta amplamente encontrada no Brasil em decorrência de sua fácil adaptação aos solos e a diferentes climas, podendo ser cultivada nos quintais das residências. Essa planta vem despertando interesse de estudos nos últimos anos em função de suas propriedades funcionais, possíveis benefícios à saúde e a crescente exploração de suas funções. A folha de ora-pro-nóbis se destaca por seu alto valor nutricional, podendo ser uma alternativa para substituir ou incrementar nutricionalmente alimentos convencionais, perante seu elevado valor proteico, de fibras e minerais, baixo teor lipídico, relevante valor biológico em aminoácidos essenciais, entre outras propriedades sugeridas (Silva, 2020; Sommer; Ribeiro; Kaminsk, 2022).

O mercado brasileiro abrange uma gama de variedades de iogurtes com diferentes sabores e apelos nutritivos. Uma opção ainda não explorada seria aquela adicionada de ora-pro-nóbis, que é uma hortaliça de fácil cultivo, baixo custo e altamente nutritiva, porém o uso dessa hortaliça ainda é limitado perante suas características sensoriais. O abacaxi, fruta popularmente conhecida, destaca-se por possuir alto valor energético, ser nutritivo e altamente consumido no Brasil, além da viabilidade de ser adicionado facilmente nos alimentos, o que contribui para a aceitação no mercado consumidor.

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo desenvolver e caracterizar formulações de iogurtes contendo *Lactocaseibacillus casei* BGP93, tradicionais e delactosados, adicionados de preparado de folhas de ora-pro-nóbis e/ou de preparado de polpa de abacaxi, a fim de determinar suas características sensoriais, físico-químicas e microbiológicas após processamento e durante a vida de prateleira.

2 Material e Métodos

2.1 Delineamento experimental

O estudo foi conduzido em três etapas. A primeira foi a aquisição do preparado de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller) em água, que foi desenvolvido e caracterizado por Silva *et al.* (2021) e do preparado de polpa de abacaxi, o qual foi gentilmente doado pela empresa PROREGI Tecnologia em Alimentos.

A segunda foi à elaboração de oito tratamentos de iogurtes adoçados contendo a bactéria probiótica *L. casei* BGP93 e análise sensorial dos mesmos, sendo: Iogurte tradicional sem polpa (T1), iogurte delactosado sem polpa (T2), iogurte tradicional contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis (T3), iogurte delactosado contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis (T4), iogurte tradicional contendo preparado de polpa de abacaxi (T5), iogurte delactosado contendo preparado de polpa de abacaxi (T6), iogurte tradicional contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi (T7) e iogurte delactosado contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de

abacaxi (T8).

A terceira etapa consistiu em elaboração de iogurtes probióticos dos tratamentos T5, T6, T7, T8 e caracterização físico-química e microbiológica desses.

2.2 Produção dos iogurtes probióticos e delactosados

A primeira etapa do processamento dos iogurtes consistiu na adição de 11% de açúcar ao leite integral. Posteriormente, a mistura de leite e açúcar foi filtrada em tecido dessorador e pasteurizada a 85 °C por 10 minutos. Após o tratamento térmico, a mistura foi resfriada a 43 °C e adicionada de fermento láctico termofílico da empresa SACCO® (Y450B) constituído de *L. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *S. salivarius* subsp. *thermophilus*, específicos para a produção de iogurte, sendo adicionada ainda a cultura probiótica de *L. casei* BGP93 também da empresa SACCO®. A fermentação ocorreu a 43 °C, por aproximadamente, quatro horas e 30 minutos ou até os iogurtes atingirem acidez de 0,60% de ácido láctico.

Para a produção dos iogurtes delactosados, a enzima lactase da empresa Docina Nutrição (Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil) foi adicionada concomitantemente à adição das culturas lácteas, conforme a recomendação do fabricante, sendo a hidrólise da lactose realizada durante o processo fermentativo.

Quando a acidez de 0,60% de ácido láctico foi atingida, a massa dos iogurtes foi quebrada mecanicamente e resfriada a 18 °C, sendo, então, adicionados, ou não, 1,5% de preparado de folhas de ora-pro-nóbis e 1,5% de preparado de polpa de abacaxi obtendo-se os oito tratamentos, conforme descrito no item 2.1. Além disso, quando os dois preparados foram adicionados nos iogurtes foram obtidos produtos contendo 3% de polpa, que corresponde ao valor comumente encontrado no mercado brasileiro.

Após a homogeneização do preparado de folhas de ora-pro-nóbis e/ou do preparado de polpa de abacaxi, foi realizado o envase dos iogurtes em garrafas de 1000 g sanitizadas em solução contendo 150 mg/L de hipoclorito de sódio. As amostras de iogurte foram armazenadas a 6,0 °C até o momento das análises.

2.3 Determinação das características sensoriais dos iogurtes

A análise sensorial foi realizada em Laboratório de Análise Sensorial. As amostras de iogurte foram apresentadas em blocos completos balanceados de forma monádica (Macfie et al., 1989).

O teste de aceitação das amostras foi realizado por 50 julgadores (consumidores) não treinados de ambos os sexos, estudantes maiores de 18 anos e servidores do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais (IF Sudeste MG), campus Rio Pomba. Foi utilizada escala hedônica de nove pontos, variando de “gostei extremamente” (escore 9) a “desgostei extremamente” (escore 1) para os atributos aparência, consistência, cor, aroma, sabor, acidez e impressão

global, segundo Minim (2013), nos tempos de 20 e 45 dias de armazenamento a 6,0 °C.

A atitude dos julgadores em relação à intenção de compra dos produtos foi avaliada utilizando a escala de cinco pontos (Meilgaard; Civille; Carr, 2006) variando de “certamente compraria” a “certamente não compraria” (escore 1) aos 20 e 45 dias de armazenamento a 6,0 °C.

Para cada tempo de armazenamento que foi submetido à análise sensorial (20 e 45 dias), foram realizadas duas sessões sensoriais que aconteceram em dias consecutivos, disponibilizando, em cada uma dessas, quatro amostras. Não foi necessária a participação dos mesmos julgadores nas sessões sensoriais, ficando a critério desses participar em mais de uma análise.

A amostra utilizada foi de, aproximadamente, 25 mL de cada tratamento, dispostas em copos descartáveis e foi solicitado aos julgadores que avaliassem por meio de uma escala de um a nove pontos, o quanto gostou ou desgostou de cada amostra, em relação aos atributos mencionados previamente. Após esta análise foi preenchida uma ficha de intenção de compra com pontuações de um a cinco, para avaliar se compraria ou não o produto. O tempo necessário para a participação dos julgadores foi de, aproximadamente, 20 minutos. Os julgadores foram orientados acerca das condições para a realização do teste e preenchimento da ficha.

A inclusão dos julgadores ao estudo ocorreu após a análise e posterior liberação do Comitê de Ética em Pesquisa Humana do IF Sudeste MG (parecer consubstanciado n.º 3.487.506).

2.4 Determinação das características físico-químicas dos iogurtes selecionados

Os iogurtes contendo a bactéria probiótica *L. casei* BGP93 dos tratamentos T5, T6, T7 e T8 foram os selecionados e utilizados para a caracterização físico-química, uma vez que estes tratamentos apresentaram apelo sensorial e nutricional em função da presença de ora-pro-nóbis.

A caracterização físico-química das amostras foi determinada no tempo 0 (logo após o processamento) e aos 15, 30 e 45 dias de armazenamento dessas amostras a 6,0 °C por meio da realização das análises de pH, acidez titulável, matéria gorda e proteína conforme AOAC (2016). A análise de lactose foi realizada apenas no tempo 0, também segundo AOAC (2016).

A cor objetiva superficial das amostras foi avaliada somente no tempo 0 utilizando-se Colorímetro Kônica Minouta CR10 (Tecnal, Brasil). A determinação de cor foi realizada pela leitura direta de reflectância das coordenadas L*, a*, b* empregando a escala CIELAB L*.

2.5 Determinação das características microbiológicas dos iogurtes

As análises microbiológicas dos iogurtes foram realizadas nos tempos: 0 (logo após o processamento), 15, 30 e 45 dias de armazenamento a 6,0 °C.

O preparo das amostras submetidas às análises microbiológicas foi realizado de acordo com o recomendado pela *American Public Health Association* - APHA (Swanson; Petran; Hanlin, 2001). Vinte e cinco gramas de iogurte de cada tratamento foram diluídos em 225 mL de solução salina peptonada (0,85% de NaCl e 0,1% de peptona), acondicionadas em sacos plásticos estéreis, homogeneizadas em Stomacher (Marconi MA440/CF, Piracicaba, São Paulo, Brasil) por 60 segundos e, por fim, foram executadas diluições sucessivas até 10^{-4} .

O Número Mais Provável (NMP/g) de coliformes a 35 °C e a 45 °C foi determinado de acordo com Kornacki e Johnson (2001) e a contagem padrão de fungos filamentosos e leveduras foi realizada de acordo com Beuchat e Cousin (2001).

2.6 Análise estatística

No experimento de caracterização sensorial dos iogurtes se utilizou esquema fatorial $2 \times 4 \times 2$, sendo dois iogurtes (tradicional e delactosado), quatro polpas (sem polpa, preparado de polpa de abacaxi, preparado de folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água e preparado de polpa de abacaxi com preparado de folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água) e dois tempos (20 e 45 dias).

Os experimentos foram realizados em três repetições com exceção da avaliação de pH e acidez titulável dos tratamentos tradicional (T5) e delactosado (T6) contendo preparado de polpa de abacaxi, que foram avaliados em uma única repetição. Para a caracterização do pH e acidez dessas

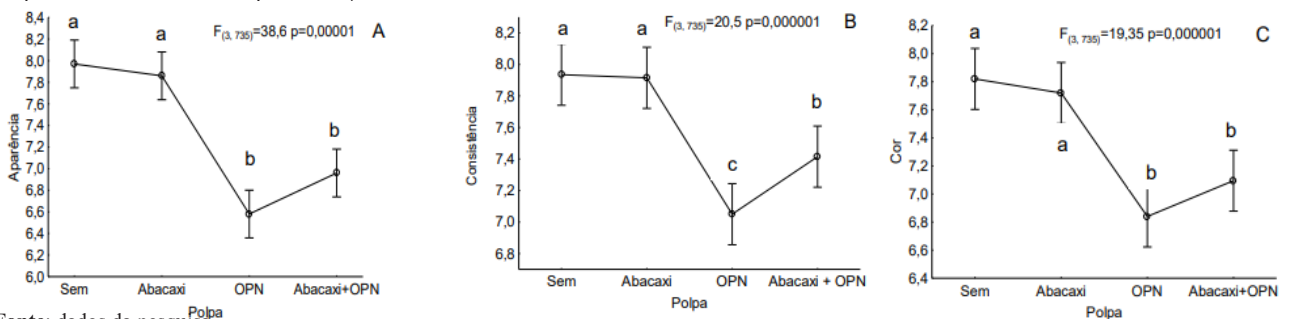
amostras foi utilizada apenas análise de regressão. Por outro lado, para avaliação de pH, acidez titulável, gordura e proteína dos iogurtes adicionado da bactéria probiótica *L. casei* BGP93 tradicional (T7) e delactosado (T8) contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água e preparado de polpa de abacaxi, utilizou-se esquema fatorial 2×4 , sendo dois iogurtes (tradicional e delactosado) e quatro tempos (0, 15, 30 e 45 dias). Também foi utilizada a análise de regressão para avaliação de pH e acidez titulável desses produtos.

No experimento de caracterização de cor instrumental dos iogurtes probióticos dos tratamentos T5, T6, T7 e T8 foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata e os dados foram avaliados utilizando-se a Análise de Variância (ANOVA) e teste de Tukey para comparações entre as médias, ao nível de 5% de significância. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados considerando o nível de 5% de probabilidade e utilizando o programa estatístico R com auxílio do pacote ExpDes (Ferreira; Cavalcanti; Nogueira, 2011).

3 Resultados e Discussão

Não houve interação ($p > 0,05$) entre as variáveis iogurtes (tradicional e delactosado), polpas (sem polpa, preparado de polpa de abacaxi, preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi em conjunto com preparado de folhas de ora-pro-nóbis) e tempos (20 e 45 dias) para os atributos aparência, consistência e cor. Estes atributos foram influenciados ($p < 0,05$) somente pelo tipo de polpa (Figura 1).

Figura 1 - Características sensoriais de aparência (A), consistência (B) e cor (C) dos iogurtes ao longo do armazenamento a 6,0 °C. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5 % de probabilidade. Sem (sem polpa), Abacaxi (preparado de polpa de abacaxi), OPN (preparado de folhas de ora-pro-nóbis), Abacaxi + OPN (preparado de polpa de abacaxi e preparado de folhas de ora-pro-nóbis)



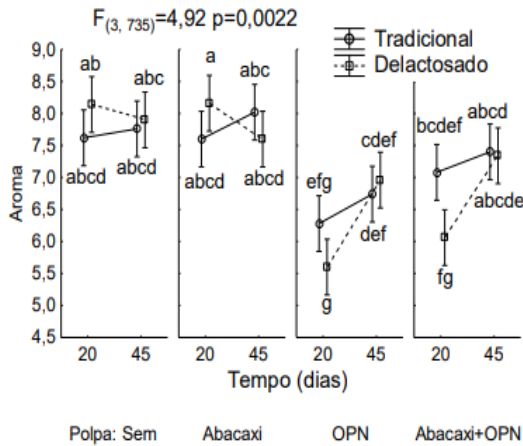
Fonte: dados da pesquisa.

Os tratamentos com maior aceitação ($p < 0,05$) foram os sem polpa e os adicionados de preparado de polpa de abacaxi (Figura 1). Entretanto, isso não significa que os provadores rejeitaram as amostras que continham preparado de folhas de ora-pro-nóbis para esses atributos sensoriais, uma vez que essas amostras apresentaram valores $> 6,6$ para esses atributos. Os resultados obtidos nesses atributos, em relação ao iogurte adicionado do preparado de ora-pro-nóbis, podem estar relacionados à trituração das folhas, pois quanto maior a trituração dessas, mais homogêneo será o produto final, o que,

consequentemente, poderia aumentar a aceitação em relação à aparência dos iogurtes contendo as folhas de ora-pro-nóbis.

Houve interação ($p < 0,05$) entre as variáveis iogurtes, polpas e tempos para o atributo aroma, sendo menos aceitos ($p < 0,05$) os iogurtes que continham ora-pro-nóbis no tempo de 20 dias (Figura 2). Entretanto, constatou-se aumento na aceitação desse atributo nos iogurtes com ora-pro-nóbis após 45 dias de armazenamento a 6,0 °C, o que pode estar relacionado à maturação do iogurte com aumento de compostos de flavor e da acidez.

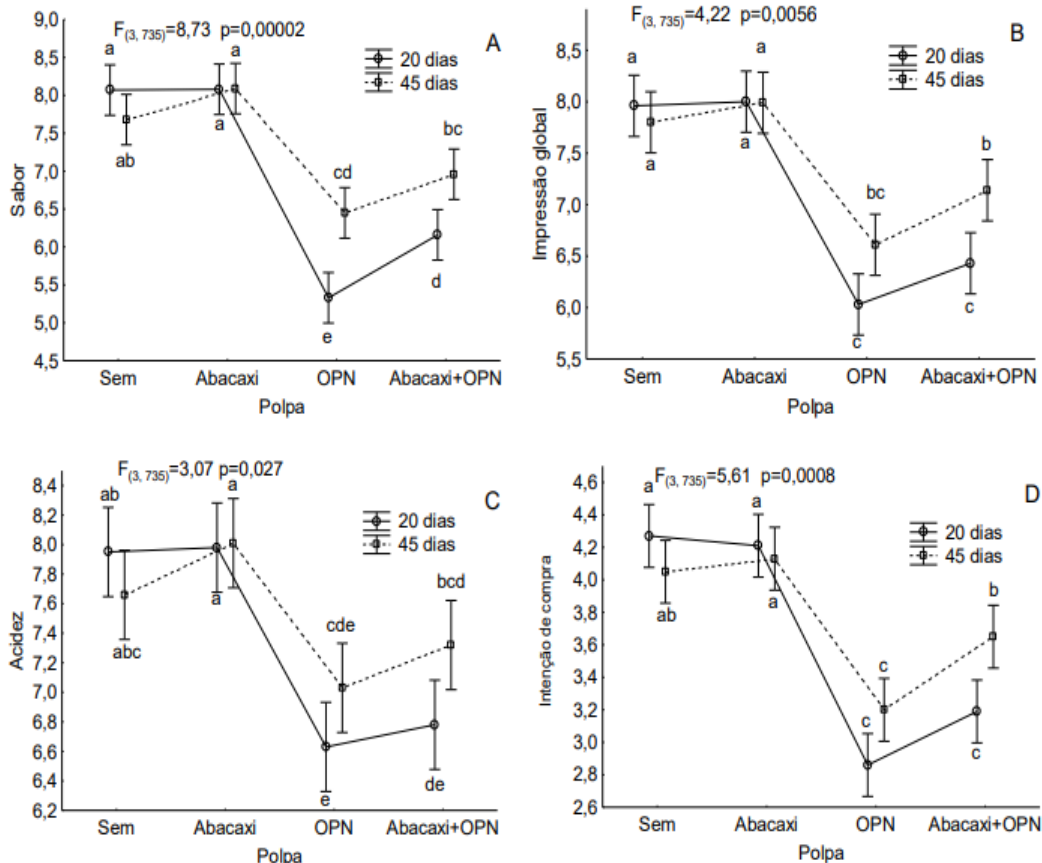
Figura 2 - Aroma dos iogurtes ao longo do armazenamento a 6,0 °C. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. Abacaxi (preparado de polpa de abacaxi), OPN (preparado de folhas de ora-pro-nóbis), Abacaxi + OPN (preparado de polpa de abacaxi e preparado de folhas de ora-pro-nóbis)



Fonte: dados da pesquisa.

Para os atributos sabor e impressão global houve interação ($p<0,05$) entre as variáveis polpas e tempos, sendo os iogurtes com ora-pro-nóbis os menos aceitos (Figura 3 A e B). Entretanto, os provadores não detectaram diferença ($p>0,05$)

Figura 3 - Sabor (A), impressão global (B), acidez (C) e intenção de compra (D) dos iogurtes ao longo do armazenamento a 6,0 °C. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5 % de probabilidade. Abacaxi (preparado de polpa de abacaxi), OPN (preparado de folhas de ora-pro-nóbis), Abacaxi + OPN (preparado de polpa de abacaxi e preparado de folhas de ora-pro-nóbis)



Fonte: dados pesquisa.

entre os iogurtes tradicionais e delactosados para esses atributos. Guimarães *et al.* (2020), ao realizarem estudo com iogurtes delactosados, verificaram que não houve alterações de sabor, cor, aroma e textura nesses quando comparados aos não delactosados.

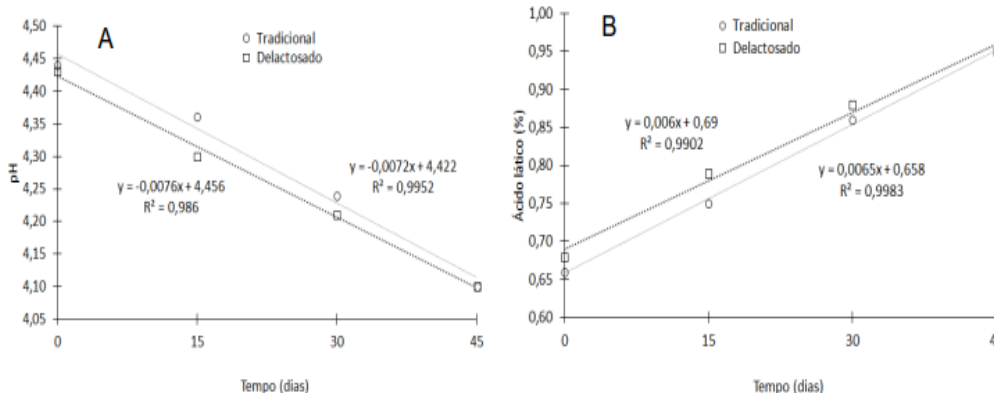
Por outro lado, em relação à acidez, os provadores preferiram ($p<0,05$) os iogurtes tradicionais em detrimento aos delactosados. Esse resultado pode ser justificado pela concentração de ácido lático presente nas amostras no momento da análise. Segundo Neres, Souza e Bezerra (2016), o pH e a acidez do iogurte são muito variáveis e influenciam largamente seu consumo, visto que, quanto mais baixo o pH, maior a rejeição do produto por parte dos consumidores, uma vez que apresentam sabor mais ácido. Para esse atributo, também houve interação ($p<0,05$) entre as variáveis polpas e tempos, sendo os iogurtes com ora-pro-nóbis os menos aceitos (Figura 3 C).

Constatou-se, também, na avaliação da intenção de compra, a interação ($p<0,05$) entre as variáveis polpas e tempos, sendo os iogurtes com ora-pro-nóbis os que apresentaram menores médias (Figura 3 D). Entretanto, nessa avaliação os provadores não detectaram diferença ($p>0,05$) entre os iogurtes tradicionais e delactosados.

Em relação às características físico-químicas dos iogurtes, constatou-se redução ($p < 0,05$) de pH e aumento ($p < 0,05$) de acidez titulável nos iogurtes adicionados de *L. casei* BGP93 dos

tratamentos T5 (tradicional contendo preparado de polpa de abacaxi) e T6 (delactosado contendo preparado de polpa de abacaxi) ao longo de 45 dias de armazenamento a 6,0 °C (Figura 4 A e B).

Figura 4 - Regressão linear dos valores de pH (A) e de acidez titulável expressa em percentual de ácido láctico (B) ao longo do armazenamento a 6,0 °C das amostras de iogurtes tradicional e delactosado contendo preparado de polpa de abacaxi



Fonte: dados da pesquisa.

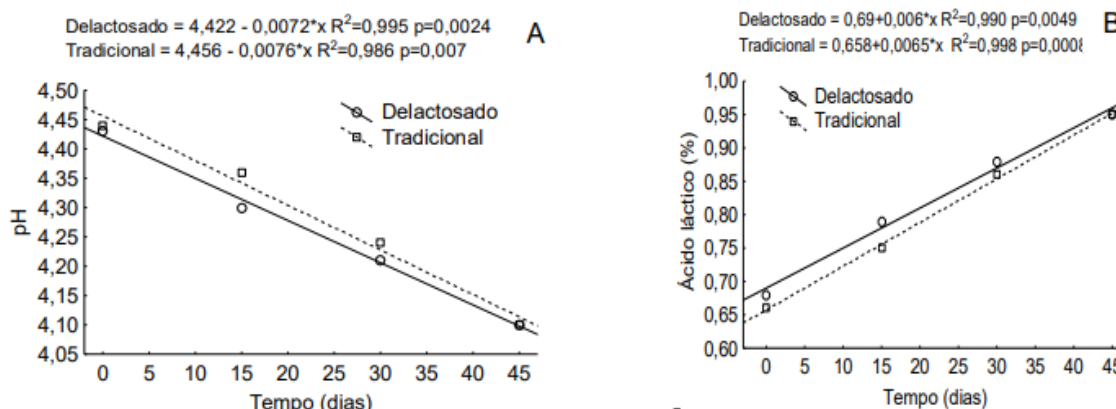
Não houve interação ($p > 0,05$) entre os iogurtes adicionados de *L. casei* BGP93 dos tratamentos T7 e T8 (tradicional contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi - T7 e delactosado contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi – T8) e tempo (0, 15, 30 e 45 dias) em relação ao pH e acidez titulável. O pH desses iogurtes também reduziu ($p < 0,05$) ao longo de 45 dias de armazenamento e variou de 4,44 a 4,00 (Figura 5 A). Portanto, ao longo de 45 dias de armazenamento do produto a 6,0 °C, as bactérias lácticas converteram parte da lactose do produto em ácido láctico, ocasionando a redução de pH.

Constatou-se, também, que a acidez dos iogurtes dos tratamentos T7 e T8 aumentou ($p < 0,05$) e variou de 0,65% a 0,95% de ácido láctico ao longo dos 45 dias de armazenamento

a 6,0 °C (Figura 5 B). Estas formulações de iogurtes contendo probiótico atenderam aos valores exigidos pela legislação durante todo o prazo de validade, uma vez que a acidez do produto pode variar de 0,60% a 1,50% de ácido láctico (Brasil, 2007). Mudanças na acidez do produto ocorrem, em maior ou menor intensidade, dependendo da temperatura e do tempo de armazenamento e do poder de pós-acidificação das culturas utilizadas e, também, se relacionam às mudanças nos valores de pH (Lima; Lima; Galvão, 2011; Silva; Ueno, 2013).

Nesse trabalho, além das culturas *starters* utilizados na produção de iogurtes, foi adicionada ainda a cultura probiótica *L. casei* BGP93 nas formulações. A adição deste probiótico também contribuiu para a fermentação da lactose, produção de ácido láctico e abaixamento do pH.

Figura 5 - Regressão linear dos valores de pH (A) e de acidez titulável expressa em percentual de ácido láctico (B) ao longo do armazenamento a 6,0 °C das amostras de iogurtes delactosado e tradicional contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água e preparado de polpa de abacaxi



Fonte: dados da pesquisa.

O teor de matéria gorda dos iogurtes se manteve constante ($p > 0,05$) entre os tratamentos e ao longo de 45 dias de armazenamento a 6,0 °C (Quadro 1). Porém, constatou-se que a adição de 1,5% do preparado de folhas de ora-pro-nóbis contribuiu para aumentar ($p < 0,05$) o teor proteico das

amostras de iogurtes (Quadro 1). Segundo Amaral *et al.* (2018), o conteúdo proteico aumentou significativamente em amostras de leite fermentado com mucilagem de ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller), goma guar e goma arábica. Estes autores ressaltam, ainda, que os valores obtidos de 6,19% e

6,53% de proteína podem ser atribuídos, principalmente, à mucilagem de ora-pro-nóbis adicionada. Além disso, todas as amostras atenderam à legislação vigente, que preconiza um mínimo de 2,9% (g/100 g) de proteína em iogurtes (Brasil, 2007).

Quadro 1 - Média dos teores de matéria gorda e proteína das amostras de iogurte adicionadas de *L. casei* BGP93

Iogurte	Matéria Gorda (g/100 g)	Proteína (g/100 g)
Tradicional contendo preparado de polpa de abacaxi	3,25a ± 0,08	3,09a ± 0,05
Delactosado contendo preparado de polpa de abacaxi	3,26a ± 0,10	3,05a ± 0,04
Tradicional contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi	3,33a ± 0,07	3,23b ± 0,11
Delactosado contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi	3,32a ± 0,07	3,17b ± 0,07

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com Brasil (2017), as amostras de iogurtes adicionadas de *L. casei* BGP93 e delactosados podem ser classificadas como isentas de lactose, pois o valor encontrado em sua composição foi < 2,0 mg/100 g. Para que o produto seja considerado isento de lactose, esse deve possuir menos de 100 mg/100 g de produto (Brasil, 2017). Portanto, os iogurtes delactosados obtidos podem ser consumidos por pessoas com intolerância à lactose.

Constatou-se que os iogurtes contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi (tratamentos T7 e T8) apresentaram menores ($p < 0,05$) valores médios de L^* , o que indica que são mais escuros do que os iogurtes que continham apenas preparado de polpa de abacaxi (tratamentos T5 e T6) (Quadro 2). Esse resultado pode estar relacionado com a cor verde escura das folhas de ora-pro-nóbis. Entretanto, o

Quadro 3 - Média do Número Mais Provável (NMP/g) de coliformes e contagem (UFC/g) de fungos filamentosos e leveduras nas amostras de iogurtes

Iogurtes	Tempo	Coliformes a 35 °C (NMP/g)	Coliformes a 45 °C (NMP/g)	Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)
Tradicional contendo preparado de polpa de abacaxi	0	< 3,0	< 3,0	< 1,0 x 10 ¹
	15	< 3,0	< 3,0	3,0 x 10 ¹
	30	< 3,0	< 3,0	5,0 x 10 ¹
	45	< 3,0	< 3,0	8,0 x 10 ¹
Delactosado contendo preparado de polpa de abacaxi	0	< 3,0	< 3,0	2,0 x 10 ¹
	15	< 3,0	< 3,0	7,0 x 10 ¹
	30	< 3,0	< 3,0	1,1 x 10 ²
	45	< 3,0	< 3,0	1,3 x 10 ²
Tradicional contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água e preparado de polpa de abacaxi	0	< 3,0	< 3,0	4,3 x 10 ¹
	15	< 3,0	< 3,0	6,3 x 10 ¹
	30	< 3,0	< 3,0	6,7 x 10 ¹
	45	< 3,0	< 3,0	8,0 x 10 ¹
Delactosado contendo preparado de folhas de ora-pro-nóbis trituradas em água e preparado de polpa de abacaxi	0	< 3,0	< 3,0	< 1,0 x 10 ¹
	15	< 3,0	< 3,0	1,0 x 10 ¹
	30	< 3,0	< 3,0	1,7 x 10 ¹
	45	< 3,0	< 3,0	3,0 x 10 ¹

Fonte: dados da pesquisa.

tratamento que apresentou menor valor médio ($p < 0,05$) de a^* (mais negativo) foi o de iogurte tradicional com preparado de polpa de abacaxi (tratamento T5) (Quadro 2), o que indica que o tratamento térmico de pasteurização do preparado das folhas de ora-pro-nóbis alterou a coloração verde dessas. Por outro lado, os valores de b^* foram positivos e os tratamentos que continham apenas preparado de polpa de abacaxi (tratamentos T5 e T6) apresentaram maiores ($p < 0,05$) valores, o que indica maior coloração amarela, provavelmente, em função da adição somente deste preparado nos iogurtes (Quadro 2).

Quadro 2 - Resultados médios de cor (L^* , a^* e b^*) dos iogurtes probióticos no tempo zero

Iogurte	L^*	a^*	b^*
Tradicional com preparado de polpa de abacaxi (T5)	50,43a ± 3,05	-3,50a ± 0,20	12,98a ± 0,70
Delactosado com preparado de polpa de abacaxi (T6)	51,23a ± 2,90	-2,33c ± 0,22	13,85a ± 0,90
Tradicional com preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi (T7)	42,39b ± 2,91	-2,82b ± 0,24	10,70b ± 0,71
Delactosado com preparado de folhas de ora-pro-nóbis e preparado de polpa de abacaxi (T8)	46,12b ± 4,29	-2,36c ± 0,33	10,04b ± 0,27

Fonte: dados da pesquisa.

O Número Mais Provável de coliformes em todas as amostras de iogurtes avaliadas foi < 3,0 NMP/g (Quadro 3). Os coliformes são bactérias Gram-negativas dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Escherichia* e são anaeróbias facultativas com capacidade de fermentar a lactose com produção de ácido e gás. A análise de coliformes se constitui em uma importante forma de avaliar a qualidade dos produtos lácteos, pois a contaminação com esse grupo microbiano reflete as condições higiênicas de obtenção desses.

De acordo com Fernandes *et al.* (2013), a acidificação do iogurte pode favorecer o desenvolvimento de outros grupos microbianos como, por exemplo, os fungos filamentosos e leveduras, que provocam modificações sensoriais no produto. Entretanto, neste trabalho, os resultados da contagem padrão em placas desse grupo microbiano foram baixos e não diferiram entre si ($p > 0,05$) (Quadro 3).

Segundo Toledo (2013), o crescimento de fungos filamentosos e leveduras pode causar a biodeterioração de iogurte, em função da produção de enzimas hidrolíticas que causam o desenvolvimento de aroma desagradável, perda de viscosidade e produção de gás com consequente estufamento das embalagens.

Dessa forma, o Número Mais Provável de coliformes a 35 °C e a 45 °C e a contagem de fungos filamentosos e leveduras obtidos (Quadro 3) evidenciam a adoção de boas práticas de fabricação, bem como a eficiência do processo térmico aplicado no preparo dos iogurtes e, assim, os produtos obtidos atenderam os requisitos exigidos pela Legislação Brasileira para leites fermentados, que é de no máximo $1,0 \times 10^2$ NMP/g de coliformes a 35°C, $1,0 \times 10^1$ NMP/g de coliformes a 45°C e $2,0 \times 10^2$ UFC/g de fungos filamentosos e leveduras (Brasil, 2007).

4 Conclusão

Os iogurtes adicionados da bactéria probiótica *L. casei* BGP93 desenvolvidos foram aceitos pelos provadores, apesar desses não possuírem o hábito de consumo de ora-pro-nóbis. No entanto, há necessidade de modificação no processamento dessa hortaliça, a fim de melhorar as características sensoriais dos iogurtes. A utilização dessa hortaliça não convencional na produção de derivados lácteos como iogurtes é promissora. Além disso, os iogurtes desenvolvidos atenderam à legislação vigente em relação às características físico-químicas e microbiológicas. Portanto, a adição de ora-pro-nóbis e *L. casei* BGP93 no iogurte é promissora por agregar valor nutricional e funcional ao produto, além de contribuir para o uso e consumo dessa hortaliça não convencional, estimulando a produção dessa, agregando valor ao produto final e contribuindo para a nutrição da população.

Referências

ALBUQUERQUE, A.P. *et al.* Utilization of powdered fruit pulp probiotic loaders as a functional food: general aspects and perspectives. *Braz. J. Food Technol.*, v.24, p.1-11, 2021. doi: 10.1590/1981-6723.31019.

ALVES, M.K.; PEDRONI, R. Teor de lactose em leite em pó e/ou composto lácteo tipo zero lactose. *Rev. Uningá*, v.58, p.1-7, 2021. doi: 10.46311/2318-0579.58.eUJ3488.

AMARAL, T.N. *et al.* Blends of *Pereskia Aculeata* Miller mucilage, guar gum, and gum Arabic added to fermented milk beverages. *Food Hydrocolloids*, v.79, p.331-342, 2018. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.01.009.

AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical

Chemists. Washington: George W. Latimer Jr., 2016.

ARTILHA, C.A.F. *et al.* Leites fermentados uma revisão/ Fermented milk-a review. *Braz. J. Develop.*, v.6, n.1, p.4956-4968, 2020. doi: 10.34117/bjdv6n1-357.

BEUCHAT, I.R.; COUSIN, M.A. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington: APHA, 2001.

BRASIL. Resolução - RDC N.º 135, de 8 de fevereiro de 2017. Altera a Portaria SVS/MS N.º 29, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente a alimentos para fins especiais, para dispor sobre os alimentos para dietas com restrição de lactose. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 46, de 23 de outubro de 2007. Aprova o Regulamento Técnico de identidade e qualidade de leites fermentados, *Diário Oficial Da República Federativa Do Brasil*, Brasília, DF, 24 de outubro de 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução Nº 398, de 30 de abril de 1999. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e/ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos, *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 03 de maio de 1999.

DA SILVA, A.B.N.; UENO, M. Avaliação da viabilidade das bactérias lácticas e variação da acidez titulável em iogurtes com sabor de frutas. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, v.68, n.390, p.20-25, 2013. doi: 10.5935/2238-6416.20130004.

DE TOLEDO, N.M.V. Aproveitamento de subprodutos da industrialização do maracujá para elaboração de iogurte. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2013.

FERNANDES, E.N. *et al.* Qualidade físico-química de iogurtes comercializados em Viçosa (MG). *Anais Simpact*, v.5, n.1, p.519-524, 2013.

FERREIRA, E.B.; CAVALCANTI, P.P.; NOGUEIRA, D.A. Experimental designs: um pacote R para análise de experimentos. *Rev. Estat. UFOP*, v.1, n.1, p.1-9, 2011.

FIGUEIREDO, V.B.; DE CASTRO, T.L.A.; MASCARENHAS, M.S. A produção de kefir no Brasil entre 2017 a 2022 e os microrganismos presentes na sua microbiota: um estudo cienciométrico. *Scie. Electr. Arch.*, v.16, n.2, p.56-60, 2023. doi: 10.36560/16220231666.

GALLINA, D.A.; ORMENESE, R.C.S.C.; GARCIA, A.O. Iogurte probiótico com polpa de frutas vermelhas: caracterização físico-química e microbiológica, aceitabilidade sensorial e viabilidade dos probióticos. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, v.73, n.4, p.196-208, 2019. doi: 10.14295/2238-6416.v73i4.681.

GUIMARÃES, G.M. *et al.* Iogurte zero lactose saborizado com geleia de abacaxi. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v.1, n.1, p.10-20, 2020.

HILL, C. *et al.* Expert consensus document: The international scientific association for probiotics and prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Rev Gastroenterol. Hepatol.*, v.11, p.506-514, 2014. doi: 10.1038/nrgastro.2014.66.

KORNACKI, J.L.; JOHNSON, J.L. Enterobacteriaceae, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Washington: APHA, 2001.

LIMA, H.M.R; LIMA, L.R.; GALVÃO, F.F.P. Consumo infantil de bebidas lácteas: sólidos solúveis totais (Brix) e pH. *Odontol.*

Clín. Cient., v.10, n.3, p.237-241, 2011.

LOPES, D.S.; BASTOS, P.A.M.B.; REBELLO, L.P.G. Avanços da aplicação de bactérias ácido-láticas com funções probióticas na produção de fermentados lácticos: uma revisão. *Rev. Vértices*, v.25, n.1, p.1-19, 2023. doi: 10.19180/1809-2667.v25n12023.18217.

MACFIE, H.J. *et al.* Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effect in halls tests. *J. Sensory Studies*, v.4, n.2, p.129-148, 1989. doi: 10.1111/j.1745-459X.1989.tb00463.x.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B. T. Sensory evaluation techniques. Boca Raton: CRC Press, 2006.

MINIM, V.P.R. Análise Sensorial Estudos com Consumidores. Viçosa: UFV, 2013.

NERES, J.P.G.; DE SOUZA, R.L.A.; BEZERRA, C. F. Iogurte com polpa e farinha da casca do abacaxi. *Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes*, v.70, n.5, p.262-269, 2016. doi: 10.14295/2238-6416.v70i5.465.

ROCHA, G.A.G. *et al.* Avaliação do consumo de probióticos e

prebióticos em acadêmicos da área da saúde de uma instituição privada. *Rev. Bras. Obesidade, Nutr. Emagrec.*, v.14, n.88, p.785-91, 2021.

SILVA, V. dos S. *et al.* Potencial de utilização de ora-pro-nóbis em iogurtes funcionais: uma revisão. *Aliment. Ciênc. Tecnol. Meio Amb.*, v.2, n.1, p.1-20, 2021.

SILVA, V.S. Desenvolvimento e caracterização de iogurtes probióticos, tradicionais e delactosados, adicionados de ora-pro-nóbis e abacaxi. 2020. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Rio Pomba.

SOMMER, M.C.; DE ARAÚJO RIBEIRO, P.F.; KAMINSKI, T.A. Obtenção e caracterização físico-química da farinha de ora-pro-nóbis / Obtention and physicochemical characterization of ora-pro-nóbis flour. *Braz. J. Health Rev*, v.5, n.2, p.6878-6892, 2022. doi: 10.34119/bjhrv5n2-256.

SWANSON, K.M.J.; PETRAN, R.L.; HANLIN, J.H. Culture methods for enumeration of microorganisms. In: DOWNES, F.P.; ITO, K. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Washington: APHA, 2001.