

SOBREVIVÊNCIA DE BACTÉRIAS ÁCIDO LÁCTICAS PROBIÓTICAS EM SORVETE DURANTE O ARMAZENAMENTO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

RESUMO

Esta revisão sistemática teve como objetivo sintetizar os resultados de estudos que investigaram a sobrevivência de bactérias ácido lácticas (BAL) probióticas em sorvete, de modo a determinar os fatores que potencializam a sobrevivência durante o armazenamento. Os fatores mais expressivos em acentuar a sobrevivência de estirpes probióticas em sorvetes foram: (i) microencapsulamento de BAL, (ii) acréscimo de prebióticos, (iii) de frutas e seus derivados, (iv) extratos vegetais, (v) farinhas, (vi) uso de substituto de gordura por inulina, e (vii) e adaptação das BAL ao frio ou calor. Já os fatores que demonstraram reduzir a viabilidade de estirpes probióticas foram: (i) substituição do açúcar por adoçantes e (ii) tempo de armazenamento. Resultados ainda contraditórios foram encontrados com relação ao acréscimo de soro de leite e de vitaminas e minerais, substituição do leite de vaca por outros ingredientes, modificação na quantidade unicamente de gordura e junto com açúcar, a influência da espécie/subespécie de BAL e diferentes métodos de fabricação do sorvete. Por fim, diferentes materiais de embalagens do sorvete se mostraram sem efeito significativo na sobrevivência.

INTRODUÇÃO

O sorvete é um sistema multifásico complexo que consiste em células de ar dispersas, glóbulos de gordura, cristais de gelo e uma fase aquosa (1). Uma forma encontrada para melhorar a funcionalidade de sorvetes tem sido com a incorporação de bactérias probióticas (2). Os probióticos são microrganismos vivos, que quando administrados em quantidades adequadas conferem benefícios à saúde do hospedeiro (3). Alguns dos efeitos promovidos pela ingestão de probióticos, incluem: redução da intolerância à lactose, prevenção de diarreia, atividade antimicrobiana, prevenção de doença inflamatória intestinal e efeito hipocolesterolêmico (4). Sorvete apresenta um bom potencial como veículo carreador de probiótico, estando tal potencial possivelmente associado à sua composição e forma de armazenamento, pois a própria matriz do sorvete inclui constituintes nutritivos para BAL tais como as proteínas do leite, gordura e lactose e os probióticos são capazes de sobreviver durante longos períodos de armazenamento em sistemas congelados (5). No entanto, a perda da viabilidade dos probióticos nas diferentes etapas do processo de produção de sorvete (formulação, armazenamento e descongelamento) não pode ser evitada (6). Embora vários estudos tragam formulações de sorvete que acentuam a estabilidade da viabilidade de estirpes probióticas em sorvetes a longo prazo, como através do microencapsulamento (7) e do acréscimo de prebióticos (8), ainda não há estudos conclusivos que demonstrem qual formulação de sorvete é mais adequada para incorporação dessas estirpes probióticas. Por isso, esta é uma revisão sistemática que visou resumir e avaliar criticamente as evidências sobre a sobrevivência de estirpes de BAL probióticas em diferentes formulações de sorvete durante o período de armazenamento.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi resumir as evidências sobre a sobrevivência de estirpes de Bactérias Ácido Lácticas (BAL) probióticas em diferentes formulações de sorvete durante o período de armazenamento. Mais especificamente:

- Fazer uma busca sistemática por artigos que avaliam a sobrevivência de BAL em sorvetes durante o armazenamento.
- Avaliar fatores que possivelmente influenciam a sobrevivência de BAL em sorvetes durante o armazenamento.

RESULTADO E DISCUSSÃO

O processo detalhado de seleção dos estudos pode ser visto na Figura 1, onde foram encontrados 378 artigos que remetiam ao tema nas bases de dados, e, após retirar os duplicados (n=134), restaram 244 para a leitura do resumo. Após a leitura dos resumos, 134 foram descartados e após a etapa de triagem, 108 artigos restaram para serem lidos na íntegra, sobrando por fim, 84 artigos para a extração final dos dados.

Os 84 artigos analisados foram de estudos experimentais com datas de publicação entre os anos de 1992 a 2021. Dentre esses artigos, 16 eram

referentes a sorvetes com BAL microencapsuladas, encapsuladas ou imobilizadas; 37 tratam de sorvetes enriquecidos, suplementados, fortificados ou adicionados de ingredientes; 8 eram referentes a sorvetes com modificações na quantidade de açúcar, gordura e calorias; 11 tratam de sorvetes com substituições de ingredientes e 12 eram outros artigos relacionados à sobrevivência das BAL em sorvetes que não se encaixaram nas categorias anteriores.

Os resultados da categoria de sorvetes com BAL microencapsuladas, encapsuladas ou imobilizadas (19,0%, n=16) demonstram uma melhora e aumento da sobrevivência das estirpes de BAL associadas ao microencapsulamento ou encapsulamento na maioria dos artigos (n=14), pois esses processos parecem manter a estabilidade da viabilidade bactéria envolvida na cápsula, durante o processamento e estocagem do alimento (9). Ainda dentro dessa categoria, o material que mais demonstrou resultados benéficos para a sobrevivência dos probióticos foi o alginato de cálcio, material esse que demonstra uma

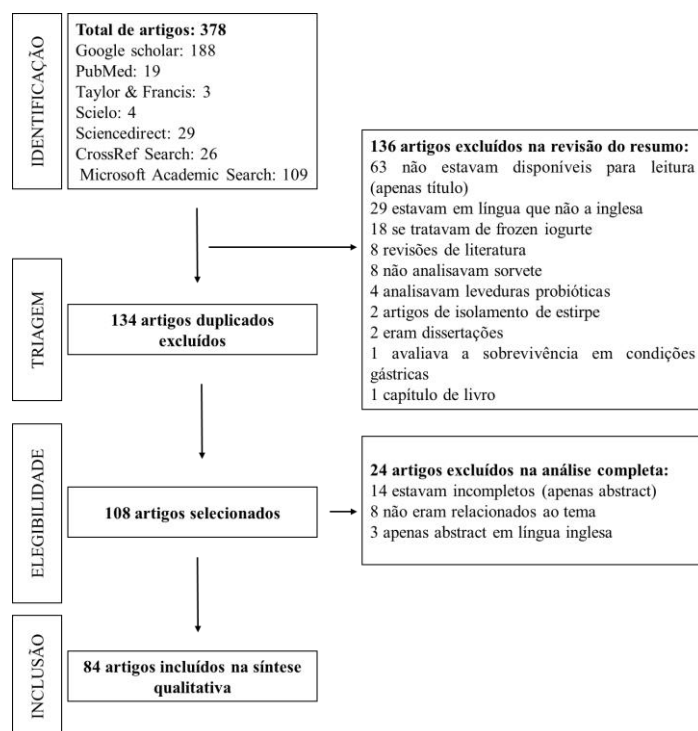


Figura SEQ Figura * ARABIC 1. Diagrama de fluxo do processo de seleção de artigos.

notável aplicação e ainda parece possuir um efeito protetor nas BAL contra as baixas temperaturas do congelamento (10, 11).

Dentro da categoria de sorvetes acrescidos de substâncias (44,0%, n=37), foi encontrado que os principais acréscimos exclusivos ou em conjunto foram: prebióticos (n=10), frutas e seus derivados (n=12), soro de leite (n=5), vitaminas e minerais (n=5), extratos vegetais (n=4), farinhas (n=3) e outros acréscimos diversos (n=5). Como acréscimos que afetaram positivamente a sobrevivência estão o de prebióticos, frutas e seus derivados e extratos vegetais. O acréscimo de prebióticos parece estar relacionado à maior sobrevivência das BAL por proporcionar um aumento do crescimento (12, 13) e manutenção da estabilidade da viabilidade durante o armazenamento (14, 15), assim como as frutas e seus derivados e extratos vegetais que têm substâncias que apresentam efeitos prebióticos (16, 17).

Os acréscimos de soro de leite e de vitaminas e minerais se mostraram contraditórios, pois os artigos da subcategoria soro de leite não acrescentavam esse composto de forma isolada (n=5) para saber o efeito específico, e apenas vitamina C (n=1) e zinco (n=2) da subcategoria vitaminas e minerais se mostraram com efeito positivo. Esses resultados contraditórios de vitaminas e minerais podem possivelmente ser explicados devido ao baixo sucesso que se têm na tentativa de acréscimo de micronutrientes por conta de suas características específicas, diferentes solubilidades, serem termossensíveis e outros que os tornam vulneráveis à manipulação (18).

Em relação aos estudos com acréscimo de farinhas, todos os artigos apresentaram boa sobrevivência das estirpes (n=3). Isso provavelmente se deve às características próprias de cada farinha, como em um dos artigos que utiliza farinha de arroz que traz nutrientes bioativos (19) e é uma fonte de prebiótica (20) favorecendo o aumento do número das bactérias.

Por fim, ainda dentro desta categoria tiveram artigos que analisaram a influência de outros acréscimos, como amido de batata doce cilembu, de açúcar de cana e coco, de gordura do leite e óleo girassol, de levedura e de pó de tapioca. Desses, apenas o açúcar de coco, a levedura e o pó de tapioca tiveram efeito positivo na sobrevivência das estirpes de BAL.

As modificações encontradas dentro da categoria de sorvetes com modificações nas quantidades de seus ingredientes (9,5%; n=8), foram na quantidade de gordura (n=6), de açúcares (n=5) e de calorias (n=1), tanto sozinhos quanto em conjunto. A modificação em gordura e açúcar concomitantemente apareceu contraditoriamente assim como a de gordura unicamente. Isso provavelmente se deve às diferentes formulações de sorvete desses artigos que tinham concentrações variadas desses ingredientes. Por fim, ainda dentro dessa categoria, um artigo encontrou que a diminuição unicamente do açúcar lactose não aumentou a contagem de BAL probióticas, porém manteve quantidades satisfatórias para ser considerado um produto funcional.

Com relação à categoria de sorvetes com substituições de ingredientes (13,1%; n=11), as principais substituições foram do leite de vaca por outros leites ou ingredientes (n=5), de açúcar por outros adoçantes (n=3), de gordura por inulina (n=2) e outras substituições (n=2). A substituição do leite de vaca por leite de cabra e por extratos vegetais apareceram aumentando a contagem de BAL de prebióticos ao final do período de armazenamento, provavelmente pelos novos ingredientes possuírem compostos que potencializam o crescimento das BAL, como os extratos vegetais que possuem substâncias prebióticas (17). Já a substituição de leite de vaca apareceu como sendo negativa quando substituído

por água e como neutra quando substituído por batata-doce, mostrando que nem sempre a substituição desses ingredientes é positiva.

Outros adoçantes como forma de substituir o açúcar se mostraram com resultados contraditórios, pois tiveram tanto artigos com resultado positivo, quanto neutro e negativo. Ambos os artigos que substituíram gordura por inulina obtiveram resultados positivos na sobrevivência das estirpes, apesar de a gordura ser sabidamente protetiva para as BAL (21). A possível explicação é que a inulina atua como um prebiótico que promove o crescimento das estirpes durante o armazenamento, gerando maior contagem de BAL no início e por consequência maior contagem de BAL no final do armazenamento (8). Em contrapartida, a substituição de creme de leite de cabra por inulina se mostrou sem efeito significativo na sobrevivência das BAL analisadas, enquanto que o artigo que substituiu a fase aquosa por extrato de noz-tigre teve efeito positivo.

Por fim, a quinta e última categoria (14,3%; n=12) foi de artigos encontrados que analisavam a sobrevivência relacionada ao tempo e temperatura de armazenamento (n=6), a espécie/subespécie de BAL (n=3), o método de fabricação sorvete (n=5), a diferentes tratamentos das BAL (n=1) e a diferentes embalagens do sorvete (n=1). De acordo com os artigos encontrados, o tempo de armazenamento tem influência negativa na sobrevivência, visto que quanto maior o tempo, menor a sobrevivência das BAL, visto que os probióticos vão perdendo sua viabilidade ao longo do tempo (22). Também se teve resultados que mostram poder haver uma influência da espécie e subespécie de BAL na sobrevivência durante o armazenamento, porém ainda não está claro. Já os métodos de fabricação do sorvete têm efeitos diversos a depender da metodologia, submeter as BAL a processos que promovem a adaptação ao frio e ao calor se mostrou desejável, porém diferentes embalagens (polipropileno, polietileno e vidro) não tiveram efeito significativo na sobrevivência.

CONCLUSÃO

Microencapsulamento, acréscimo de prebióticos, de frutas e seus derivados, de extratos vegetais e de farinhas nos sorvetes, além da substituição de gordura por inulina e adaptação ao frio e ao calor são fatores que parecem potencializar a sobrevivência de BAL probióticas durante o armazenamento. O acréscimo de soro de leite e de vitaminas e minerais, a substituição do leite de vaca por outros ingredientes, a modificação na quantidade unicamente de gordura e associada ao açúcar, a espécie/subespécie de BAL e diferentes métodos de fabricação do sorvete têm resultados ainda contraditórios. Diferentes materiais da embalagem do sorvete se mostraram sem efeito significativo na sobrevivência. E por fim, a substituição de açúcar por adoçantes e o maior tempo de armazenamento, se mostraram como fatores que diminuem a sobrevivência das BAL durante o período de armazenamento.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. MARSHALL, R.T.; GOFF, H.D.; HARTEL, R.W. Cap. 2,5,6 e 13. In: Ice cream. 6. ed. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2003.
2. SUN-WATERHOUSE, D. et al. Producing ice cream using a substantial amount of juice from kiwifruit with green, gold or red flesh. **Food Research International**, v. 50, n. 2, p. 647–656, mar. 2013.
3. FAO/WHO (2002). **Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food**.
4. VASILJEVIC, T.; SHAH, N. P. Probiotics—From Metchnikoff to bioactives. **International Dairy Journal**, v. 18, n. 7, p. 714–728, jul. 2008.
5. CRUZ, A. G. et al. Ice-cream as a probiotic food carrier. **Food Research International**, v. 42, n. 9, p. 1233–1239, nov. 2009.
6. HANAFI, F. N. A.; KAMARUDING, N. A.; SHAHARUDDIN, S. Influence of coconut residue dietary fiber on physicochemical, probiotic (*Lactobacillus plantarum* ATCC 8014) survivability and sensory attributes of probiotic ice cream. **LWT**, v. 154, p. 112725, jan. 2022.
7. HOMAYOUNI, A. et al. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. **Food Chemistry**, v. 111, n. 1, p. 50–55, nov. 2008.
8. AKIN, S. Effects of inulin and different sugar levels on viability of probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics of probiotic fermented ice-cream. **Milchwissenschaft**, v. 60, ed. 3, p. 297-301, 2005.
9. VANISKI, R.; CORTI, D.; DRUNKLER, D. A. Técnicas e Materiais Empregados na microencapsulação de Probióticos. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 1, p. 156, 21 out. 2017.
10. AHMADI, A. et al. Synbiotic yogurt-ice cream produced via incorporation of microencapsulated *Lactobacillus acidophilus* (La-5) and fructooligosaccharide. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 8, p. 1568–1574, 21 mar. 2012.
11. EL-SAYED, H. S.; SALAMA, H. H.; EL-SAYED, S.M. Production of synbiotic ice cream. **International Journal of ChemTech Research**, v. 7, n. 1, p. 138-147, 2014-2015.
12. PANDIYAN, C. ET AL. Effect of incorporation of inulin on the survivability of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic ice cream. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 4, p. 1729–1732, 2012.
13. PANDIYAN, C. et al. In vivo and in vitro effect of *Lactobacillus acidophilus* in synbiotic ice cream enriched with whey protein concentrate. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 2, p. 441–446, 2012.
14. DI CRISCIO, T. et al. Production of functional probiotic, prebiotic, and synbiotic ice creams. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 10, p. 4555–4564, out. 2010.
15. PANDIYAN, C. et al. Development of synbiotic ice cream incorporating *Lactobacillus acidophilus* and *Saccharomyces boulardii*. **International Food Research Journal**, v. 19, n. 3, p. 1233–1239, 2012.
16. MAHDIAN, E.; KARAZHIAN, R. Study on rheological, physicochemical and sensory properties of synbiotic ice cream using fibers from some fruit peels and *Lactobacillus casei* LC-01. **Iranian Food Science and Technology Research Journal**, v. 15, n. 6, p. 103-112, 2020.
17. KEHINDE, B. A. et al. Vegetable milk as probiotic and prebiotic foods. **Advances in Food and Nutrition Research**, p. 115–160, 2020
18. PENTEADO, M.D.V.C. Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos. Barueri: Manole, v.1, 2003, 612p.
19. CHO, D.-H.; LIM, S.-T. Germinated brown rice and its bio-functional compounds. **Food Chemistry**, v. 196, p. 259–271, abr. 2016.
20. NEALON, N. J.; WORCESTER, C. R.; RYAN, E. P. *Lactobacillus paracasei* metabolism of rice bran reveals metabolome associated with *Salmonella Typhimurium* growth reduction. **Journal of Applied Microbiology**, v. 122, n. 6, p. 1639–1656, 11 maio 2017.
21. CALLIGARIS, S. et al. Potential application of monoglyceride structured emulsions as delivery systems of probiotic bacteria in reduced saturated fat ice cream. **LWT**, v. 96, p. 329–334, out. 2018.
22. FENSTER, K. et al. The Production and Delivery of Probiotics: A Review of a Practical Approach. **Microorganisms**, v. 7, n. 3, p. 83, 17 mar. 2019.