

CAPÍTULO 03

DOI:10.29327/5586690.1-3

ESTUDO COMPARATIVO DE PROCESSOS BIOTECNOLÓGICOS UTILIZANDO A ENZIMA LACTASE PARA A PRODUÇÃO DE SORVETES

COMPARATIVE STUDY OF BIOTECHNOLOGICAL PROCESSES USING THE ENZYME LACTASE FOR THE PRODUCTION OF ICE CREAM

Camile de Melo Silva Nascimento
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Iris da Silva Moura
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Joyce Emanuely de Lira Canuto
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Karina Barbosa dos Santos
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Paula Andreza Santana da Paz
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Liderlânio de Almeida Araújo
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

Gerla Castello Branco Chinelate
Universidade Federal do Agreste de Pernambuco

RESUMO

O leite, essencial em muitas culturas por seu valor nutritivo, apresenta desafios para cerca de 75% da população mundial devido à dificuldade em digerir lactose, causada pela baixa produção da enzima lactase. Para atender a essa demanda, a indústria de laticínios desenvolveu produtos com baixo teor ou isentos de lactose, utilizando lactase para modificar o sabor e permitir o consumo de produtos como sorvetes por intolerantes à lactose. Nesse sentido, o referido estudo consistiu em uma revisão de literatura a qual analisou artigos nas bases Google Acadêmico, MDPI e Periódico da Capes, utilizando termos como "intolerância à lactose", "lactase" e "sorvete", abrangendo publicações de 2014 a 2024. Após revisar 267 trabalhos, 27 foram lidos na íntegra e 8 selecionados. Os estudos mostram que a lactase melhora o sabor e a textura dos sorvetes, e produtos como leite UHT sem lactose oferecem boas propriedades sensoriais, embora ainda haja necessidade de melhorias na textura e cor. A otimização enzimática e o desenvolvimento de produtos com menos calorias e gorduras respondem às demandas de saúde. Sorvetes hidrolisados são uma alternativa para intolerantes moderados, sendo recomendado continuar a exploração de novas técnicas e ingredientes para aprimorar a aceitação dos produtos. Este estudo apresenta uma análise criteriosa da literatura sobre a aplicação da lactase na fabricação de sorvetes sem lactose, destacando benefícios, desafios e como a ausência da lactose impacta no sabor, textura, cor e aceitação do público.

PALAVRAS - CHAVE: β -Galactosidase; Zero Lactose; Leite UHT.

INTRODUÇÃO

O leite é amplamente conhecido por suas propriedades altamente nutritivas, sendo um alimento fundamental em diversas culturas, por ser uma fonte rica em proteínas, e componentes funcionais, ao qual desempenha papéis importantes na fisiologia do corpo humano, principalmente nas primeiras fases da vida (Zatta; Benetti, 2022). Entre esses componentes, destacam-se as vitaminas E e C, que são essenciais para a manutenção da saúde celular e imunológica, além disso, possui antioxidantes como os carotenóides e flavonóides (Noviatri; Setianingrum; Haskito, 2020). Com o progresso tecnológico na fabricação, a indústria de laticínios tem desenvolvido uma variedade de produtos derivados do leite, que atendem às diferentes necessidades nutricionais e preferências dos consumidores (Guimarães *et al.*, 2020).

Essa versatilidade é atribuída às suas propriedades funcionais e nutricionais, que permitem a criação de alimentos como iogurtes, queijos, sorvetes, manteiga, creme de leite e doces devido às suas diversas texturas, sabores e valores nutricionais, e por essa razão é tão utilizado na indústria alimentícia (Tuzzi *et al.*, 2021). Quimicamente, é composto por água, proteínas, gorduras, lactose, vitaminas e minerais, sendo 87%

constituído de água, proporcionando um meio para a dissolução e dispersão dos outros componentes (Venturini; Sarcinelli; Silva, 2007).

As proteínas, predominantemente caseína, são essenciais para a estrutura e funcionalidade dos produtos lácteos, enquanto as gorduras contribuem para a textura e o sabor. Além disso, o leite tem uma fonte significativa de vitaminas, como A, D, B12 e riboflavina, e minerais, como cálcio, fósforo e potássio, que são essenciais para a saúde humana. (Delgado; Siqueira; Stock, 2020).

Delgado e colaboradores (2020), ainda ressaltam que a lactose é um dos principais componentes do leite, sendo um dissacarídeo composto por glicose e galactose, principal fonte de carboidratos, ao qual desempenha funções fundamentais em processos tecnológicos que envolvem a acidificação do leite, como, na produção de iogurtes e queijos maturados, além de auxiliar na absorção de vários sais minerais, incluindo cálcio, magnésio e zinco. A hidrólise da lactose, utilizando a enzima β -galactosidase [lactase. β -D- Galactosidasegalactohidrolase, EC 3.2.1.23], dá origem a uma mistura isomolecular de glicose e galactose nas condições ideais para a atividade dessa enzima, mantendo um rígido controle sobre a temperatura, pH, tempo de reação e concentração da enzima (Grossová; Rosenberg; Rebros, 2008).

O grande potencial da utilização dessa enzima reside nos processos biotecnológicos na indústria de alimentos, por promover diversos benefícios e vantagens, para produtos com baixo teor de lactose, melhoria da qualidade sensorial de produtos lácteos e produção de prebióticos, como os galactooligosacarídeos. (Carminatti, 2001; Santiago *et al.*, 2004; Oliveira, 2005). Entretanto, aproximadamente 75% da população mundial apresenta algum grau de perda da capacidade de digerir a lactose. Esse problema ocorre quando o organismo não produz ou fornece de forma insuficiente a enzima lactase, responsável pela hidrólise da lactose, resultando na fermentação da lactose não digerida no intestino e causando sintomas desagradáveis como gases, inchaço, dores abdominais e diarreia, o que resulta em um diagnóstico preciso de intolerância à lactose (Tuzzi *et al.*, 2021; Claudino *et al.*, 2022).

Neste contexto, a indústria alimentícia tem se empenhado em desenvolver novos produtos lácteos com baixo teor de lactose ou zero lactose, aumentando a diversidade para indivíduos com tolerância. Esses produtos, sem lactose são obtidos a partir da adição da enzima lactase ao leite, procedimento que mantém as características nutritivas do leite, apenas as sensoriais, uma vez que a quebra da lactose em glicose e galactose deixa o leite

com sabor mais adocicado (Claudino *et al.*, 2022). As sobremesas derivadas do leite como os sorvetes, em geral, são bem aceitas e muito consumidas por pessoas de todas as idades devido ao seu efeito refrescante e sabor agradável. O sorvete é produzido através de uma emulsão com gotículas de gordura, proteínas e cristais de gelo dispersos em uma fase aquosa que é agitada constantemente durante o congelamento para a incorporação de ar (Vital *et al.*, 2018).

Essa emulsão é formada a partir de água, produtos lácteos, lipídeos, açúcar, estabilizante, corante, emulsificante e ingredientes como polpas de frutos e sementes de inúmeras espécies, desde que não altere o produto e mantenha suas características durante e após o congelamento (Almeida, 2016; Silva *et al.*, 2021). A Resolução RDC nº 266 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária define sorvete ou gelado comestível como um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e protelhas, com ou sem adição de outros Ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo (Brasil, 2005).

As etapas da elaboração de sorvetes variam de acordo com a técnica escolhida, sendo de uma forma geral agrupadas em três etapas fundamentais: (1) mistura dos ingredientes e seu aquecimento, seguida de pasteurização; (2) congelamento após a homogeneização com o propósito de aerar a mistura; (3) endurecimento, estágio em que a água não congelada do sorvete se deposita sobre os cristais de gelo (Santos, 2009; Pereira, 2014). Assim, é importante realizar pesquisas que avaliem a eficácia da adição de lactase na produção de sorvetes, tanto do ponto de vista nutricional quanto sensorial. A utilização da lactase na formulação de sorvetes não apenas possibilita o consumo deste produto por indivíduos com intolerância à lactose, mas também pode melhorar algumas características sensoriais, como a doçura, devido à quebra da lactose em glicose e galactose. Assim, diante do exposto, o presente plano de trabalho propõe avaliar a eficácia da adição da lactase na produção de sorvetes, tanto do ponto de vista nutricional quanto sensorial.

Leite

Segundo a legislação brasileira entende-se por leite o produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta, em condições de higiene, de vacas sadias, bem alimentadas e descansadas (Brasil, 2002). O Brasil detém a quarta colocação entre os produtores mundiais de leite e a primeira entre os países da América do Sul. O leite encontra-se ainda

entre os seis produtos mais importantes da agropecuária brasileira, à frente inclusive de commodities tradicionais como café e suco de laranja (Faostat, 2017). Desta forma, no Brasil, o leite desempenha papel relevante para a população como alimento, gerando emprego e contribuindo para a renda (Costa; Queiroga; Pereira, 2009).

O leite é um alimento de grande importância na alimentação humana, devido ao seu alto valor nutricional. Como fonte de proteínas, lipídios, carboidratos, minerais e vitaminas, têm valioso papel no crescimento do indivíduo como um todo e fortalecimento de ossos e dentes, muitas vezes considerado indispensável para a saúde (Venturini; Sarcinelli; Silva, 2007). Visto que o Brasil ainda é um grande importador de produtos lácteos (Epagri, 2017). Cabe ressaltar que a importação destes produtos ocorre devido às exigências de consumidores, que consequentemente irão pautar mudanças na estratégia de pesquisas e produção. Sendo assim, para suprir a demanda interna de produtos, ainda há muito potencial para a produção leiteira no Brasil, principalmente no que diz respeito à produção de derivados lácteos sem lactose.

Intolerância à lactose

A lactose conhecida como “açúcar do leite”, é produzida na glândula mamária da maioria dos mamíferos, com a concentração variando entre as espécies, sendo cerca de 7% no leite humano e aproximadamente 5% no leite de vaca (Corozolla; Rodrigues, 2016). A lactose é um dissacarídeo composto por uma molécula de betagalactosidade aderida a uma molécula de glicose por uma ligação beta-1,4 e é produzida mediante uma reação que depende de duas proteínas, a alfa-lactoalbumina e a enzima N-acetil-galactosiltransferase (Corozolla; Rodrigues, 2016; Delgado; Siqueira; Stock, 2020).

Quando ingerida, a enzima lactase, presente na superfície apical dos enterócitos, hidrolisa a lactose em dois monossacarídeos: glicose e galactose, que em condições ideais seriam absorvidos pelos enterócitos (Ramos, 2016; Corozolla; Rodrigues, 2016). No entanto, quando não digerida aumenta a osmolaridade local, atraindo água e eletrólitos para a mucosa, causando diarreia. Essa pressão osmótica dilata o intestino e acelera o trânsito intestinal, resultando na má absorção (Corozolla; Rodrigues, 2016).

Consequentemente, a lactose não hidrolisada é fermentada por bactérias anaeróbias, resultando na produção de propionato, acetato e butirato, levando a um

diagnóstico de intolerância à lactose (Corozolla; Rodrigues, 2016). A intolerância à lactose é uma condição ao qual incapacita a ingestão parcial ou total da lactose, resultando em sintomas desagradáveis como gases, inchaço, dores abdominais e diarreia (Claudino, *et al.*, 2022). Aproximadamente 75% da população mundial sofre de algum grau de intolerância à lactose, sendo mais comum em adultos, devido a idade, genética ou fisiológica (Tuzzi *et al.*, 2021; Claudino *et al.*, 2022; Branco *et al.*, 2017).

Essa condição muitas vezes é confundida com alergia, pois ambas podem apresentar sintomas semelhantes (Cunha *et al.*, 2008). Contudo, o que as diferem são as reações no mecanismo fisiológico, no caso da alergia é uma resposta imunológica desencadeada pelas proteínas presentes no leite e em seus derivados, como a caseína, lactoglobulina, lactoalbumina, soroalbumina e imunoglobulinas. Já a intolerância é causada pela deficiência na enzima lactase, podendo variar de acordo com seu grau de intolerância que pode ser primária, secundária ou congênita (Branco *et al.*, 2017).

Lactase

A β -galactosidase (EC 3.2.1.23), ou lactase, está presente no intestino de mamíferos e em microrganismos, e é responsável pela hidrólise da lactose em seus monossacarídeos constituintes, D-galactose e D-glicose, que após são absorvidos e levados para a corrente sanguínea (Dekker; Daamen, 2011; Swaisgood, 2010). A hidrólise da lactose pôr a enzima lactase, é preferível à abordagem química, já que mantém condições suaves de temperatura e pH, evitando a formação de subprodutos que afetam o sabor, odor e cor dos produtos. Adicionalmente, as propriedades nutricionais dos laticínios permanecem inalteradas (Santos *et al.*, 1998; Ladero *et al.*, 2002).

Com o crescimento da intolerância à lactose entre a população, a procura por alimentos com reduzido teor de lactose ou lactose hidrolisada tem aumentado significativamente ao longo do tempo. Após a realização da quebra da lactose, a solubilidade e digestibilidade do leite e seus derivados tornam-se adequados para consumo por pessoas intolerantes ou sensíveis ao carboidrato (Santiago *et al.*, 2004). O emprego da enzima na fabricação de doce de leite, sorvetes e leite condensado também proporciona melhora na textura do produto, já que evita a cristalização da lactose (Klein, 2010).

Sorvete

Segundo a resolução a Resolução RDC nº 266 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, o sorvete ou gelado comestível é definido como "um produto alimentício obtido a partir de uma emulsão de gordura e proteínas, com ou sem adição de outros ingredientes e substâncias, ou de uma mistura de água, açúcares e outros ingredientes e substâncias que tenham sido submetidas ao congelamento, em condições tais que garantam a conservação do produto no estado congelado ou parcialmente congelado, durante a armazenagem, o transporte e a entrega ao consumo" (Brasil, 2005).

Esta mistura considerada complexa é normalmente produzida, congelando e superdimensionando a mistura que pode conter leite integral homogeneizado e pasteurizado (contendo 2,5% de gordura, 8% de sólidos de leite desnatado), gorduras, açúcar (17–20%), estabilizantes e emulsionantes, agentes aromatizantes (0,3%), ácidos, corantes e ingredientes aromatizantes (Marshall *et al.* 2003) e mantido a uma temperatura máxima de armazenamento de -18 °C, a qual deve ser mantida no produto. Quando o produto é exposto à venda, é tolerada a temperatura de -12 °C no produto (Souza, *et. al.*, 2010).

No entanto, do ponto de vista físico-químico, o sorvete é constituído de maneira concisa, 10 a 17% de gordura, 8 a 12% de extrato seco desengordurado 12 a 17% de açúcares ou adoçantes, 0,2 a 0,5% de estabilizantes e emulsificantes e 55 a 65% de água. Cada componente contribui em aspectos particulares nas características do produto final (Pazianotti *et al.*, 2010; Pereira, 2014). A mistura do sorvete consiste na combinação dos ingredientes inicialmente pesados e dosados de acordo com sua formulação, partindo para o aquecimento e agitação. É importante que os componentes secos sejam previamente misturados entre si para evitar a formação de grumos (Silva, 2012; Santos, 2009).

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo consiste em uma revisão de literatura com foco na aplicação da enzima lactase na fabricação de sorvetes sem lactose. Para identificação dos artigos relevantes, foi realizada uma busca abrangente nas seguintes bases de dados: Google

Acadêmico, MDPI (Multidisciplinary Digital Publishing Institute) e Periódico da Capes. A busca foi conduzida utilizando os descritores: "intolerância à lactose", "lactase" e "sorvete". Foram incluídos nas pesquisas artigos científicos publicados nos últimos 10 anos (2014-2024), nas línguas inglesa e portuguesa. Como critério de exclusão, optou-se por artigos não relacionados ao tema da revisão, duplicata e publicações fora do período estabelecido. Do total de 267 trabalhos, restaram 185 para leitura dos resumos e, finalmente, 27 para a leitura completa. Desses 27, apenas 13 apresentaram relevância, porém somente oito atendiam os critérios de inclusão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise criteriosa dos artigos selecionados permitiu identificar 13 artigos dentre esses apenas 8 artigos estudos atenderam ao critério de inclusão, especificamente aqueles que apresentavam resultados referentes à aplicação da enzima lactase em sorvetes. Esses artigos constituem a amostra final do estudo, fornecendo a base para a revisão da literatura focada na relevância da lactase e na produção de sorvetes sem lactose. Inicialmente os artigos enfatizam o conceito do leite, sorvete e lactose, e como a ausência da lactose impacta no sabor, textura, cor e aceitação do público. No quadro 1, foram apresentados os principais dados dos artigos selecionados, destacando os resultados e conclusões, permitindo uma visão comparativa e detalhada dos artigos revisados.

Quadro 01: Análise comparativa da adição de lactase em sorvetes.

Título	Objetivo	Resultados	Conclusão	Referência
Elaboração e avaliação sensorial de sorvete diet e sem lactose de mangaba endêmica do Cerrado	Elaborar um sorvete de mangaba sem lactose e diet.	Acidez obteve 0,11mg ácido cítrico/100g. O Sst apresentou 24 ° Brix e o pH 6,27.	A produção de sorvetes de mangaba com leite UHT, foi bem aceita pelos provadores, incluindo sua formulação sem lactose e diet, mesmo a diferença sendo perceptível.	Almeida <i>et al.</i> , 2016.

Influências da hidrólise da lactose do leite e da redução de açúcar em algumas propriedades físicas de sorvetes	Estudar as influências da hidrólise da lactose do leite fresco em vários níveis, bem como da redução do teor de açúcar do sorvete de baunilha.	O ponto de congelamento foi de -2,5°C com lactase, a densidade 1,085 g/cm ³ , a viscosidade variou entre 215 a 261 mPa.s, a hidrólise não teve efeito na acidez da mistura.	A hidrólise da lactose no leite fresco aumentou a viscosidade aparente, diminuindo o ponto de congelamento das misturas de sorvete. Além disso, aumentou a doçura e consequentemente pode melhorar a aceitabilidade geral dos sorvetes congelados.	Abbasi; Saeedabad in, 2013.
Produção de Sorvete a partir de Leite UHT Sem Lactose	Pesquisar o efeito da qualidade do sorvete sem lactose no leite UHT.	O pH variou entre 6,28 e 6,42, viscosidade entre 23,21 e 26,42 Pa.s, a lactose entre 0,11 e 0,16, cor 8,50, textura 7,66, sabor 7,33 e aceitação 7,16.	O índice de desestabilização da gordura foi maior nas amostras simples em comparação com as que tinham adição de cacau. A viscosidade dos sorvetes variou de 23,21 a 26,42 Pa.s. Os sorvetes sem lactose apresentaram viscosidade superior aos de controle, e a proporção de glicose variou entre 1,20% e 1,60%.	Özdemir1 <i>et. al.</i> , 2018.
Aceitação do sorvete sem lactose: um estudo baseado em características sensoriais e análise de	Investigar a aceitação do sorvete sem lactose produzido no Laboratório de Análise Sensorial do	Textura das amostras foram entre -0,15 a -0,85, sabor em entre -0,62 a 0,58 e cor em -0,62 a 0,40.	Os resultados mostraram que as variáveis sabor e avaliação global foram as mais bem avaliadas pelos consumidores. Já as variáveis textura e cor precisam ser aperfeiçoadas.	Andrade <i>et. al.</i> , 2018.

componentes principais	CEFET/RJ.			
Propriedades funcionais de sorvete de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta	Determinar as melhores condições de processo (concentração/temperatura) de atuação da enzima lactase e transglutaminase utilizando a metodologia de superfície de resposta como ferramenta matemática e estatística.	O Sst apresentou, entre 26° a 35,66° Brix; o teor de gordura ficou entre 8 a 11%, proteína entre 3,40 a 7,90%; as cinzas entre 1,46 a 3,33%; pH entre 6,12 a 6,34; a cor variou de 3,1 a 3,7; o aroma ficou entre 2,9 a 4,0; o sabor ficou 2,9 a 3,8; e a aceitabilidade entre 68,22 a 86,58%.	A melhor hidrólise da lactase foi obtida com concentrações menores de enzima lactase e transglutaminase na temperatura de 40 C.	Pereira, 2014.
Elaboração de sorvete de abacaxi (ananascomosus) com hortelã (mentha) sem lactose	Elaborar e analisar sensorialmente um sorvete de abacaxi com hortelã sem lactose.	Carboidrato ficou em torno de 66,8 g, as proteínas 8,0g, já as gorduras totais ficaram de 28,1g, as fibras 0,3g e valor calórico total 552,1 Kcal/100g	Apresentou ótima aceitação pelos avaliadores, em que a maioria afirmou ter gostado do produto e que certamente o comprariam, demonstrando que o mesmo pode ser comercializado pela indústria.	Freitas <i>et. al.</i> , 2018.

Desenvolvimento e caracterização de sorvete light isento em lactose sabor araticum	Desenvolver um sorvete sabor araticum isento em lactose e com teor reduzido em calorias e gorduras.	Umidade obteve, 69,80g, as proteínas 1,22g, as cinzas 0,55, pH 4,50, lactose 0, carboidratos 25,34g e lipídeos 2,82g	Não foi detectada a presença de lactose no sorvete e o mesmo pode ser considerado light em calorias e gorduras, pois, apresentou uma redução maior que 25% desses parâmetros em relação aos produtos de referência	Claudino <i>et al.</i> , 2022.
Desenvolvimento de sorvete com lactose hidrolisada adicionado de lactobacillus acidophilus	Avaliar o efeito da hidrólise da lactose sobre as características físico químicas dos produtos desenvolvidos, comparando-os com o sorvete controle (sem hidrólise).	pH 6,58, acidez total titulável 0,15, umidade 78,64, gordura 8,20, proteína 3,71, cinzas 0,83 e carboidratos 8,62.	O sorvete hidrolisado é uma alternativa na alimentação de pessoas que possuam intolerância secundária, porém não deve ser consumido por pessoas que possuam um alto grau de deficiência da lactose, como a deficiência congênita e primária, visto que ainda restam 44% da lactose sem hidrólise.	Chiquetti, 2014.

Fonte: Autores, 2024.

Os estudos feitos por Almeida *et al.*, (2016), revelam que frutas típicas, como a mangaba, podem ser incorporadas com sucesso em sorvetes sem lactose e dietéticos, ampliando a variedade de sabores e valorizando os produtos locais. A receptividade positiva indica um potencial mercado para esses produtos. Por sua vez, a pesquisa de Abbasi e Saeedabadian (2013), destaca que a quebra da lactose pode aprimorar as características sensoriais dos sorvetes, como a consistência e o sabor, resultando em produtos mais agradáveis ao paladar. Esse aspecto é especialmente relevante para consumidores que buscam sorvetes mais cremosos e doces, sem excesso de açúcar.

Segundo Özdemir *et al.*, (2018), a utilização de leite UHT sem lactose resultou em sorvetes com boas propriedades sensoriais e físicas, indicando que esse tipo de leite é uma base viável para a produção de sorvetes sem lactose. A aceitação elevada sugere que os

consumidores estão abertos a esses produtos, o que pode impulsionar a produção em larga escala. Apesar da boa aceitação geral, Andrade *et. al.*, (2018), apontam que a textura e a cor dos sorvetes sem lactose precisam ser aprimoradas. Investir em melhorias nesses aspectos pode aumentar ainda mais a satisfação dos consumidores e promover maior competitividade no mercado.

Pereira (2014), destaca a importância da otimização das condições enzimáticas para aprimorar as propriedades sensoriais e a aceitação dos sorvetes dietéticos e sem lactose, fornecendo um guia valioso para a indústria na formulação desses produtos. Segundo a pesquisa de Claudino *et. al.*, (2022), produtos com menos calorias e gorduras, e sem lactose, atendem a uma dupla demanda de consumidores preocupados com a saúde, o que aumenta o apelo comercial. A inclusão de frutas locais também agrega valor aos produtos regionais. Conforme Chiquetti (2014), embora não seja totalmente isento de lactose, o sorvete hidrolisado representa uma alternativa significativa para consumidores com intolerância moderada. Isso amplia as opções de consumo para pessoas com diferentes níveis de intolerância à lactose.

Por fim, o estudo de Freitas *et. al.*, (2018), ressalta a necessidade de continuar a pesquisa nesse campo. As análises realizadas indicam que é possível aprimorar a elaboração de sorvetes sem lactose para garantir características físico-químicas adequadas e aceitação sensorial satisfatória. A variação de fatores como pH, viscosidade, teor de sólidos solúveis e composição nutricional ressalta a necessidade de ajustes específicos de acordo com o tipo de sorvete e o público-alvo. A introdução de novas técnicas com enzimas e ingredientes locais, juntamente com a consideração das propriedades sensoriais, são essenciais para o sucesso desses produtos no mercado.

CONCLUSÃO

Os estudos analisados indicam uma tendência crescente e diversificada na produção de sorvetes sem lactose e na incorporação de frutas locais, como a mangaba, araticum e abacaxi, que não só valorizam os produtos regionais, mas também aumentam a gama de variedades de sabores disponíveis. A técnica de quebra da lactose é fundamental para melhorar a consistência e o sabor dos sorvetes.

Esse processo sem lactose é particularmente significativo para consumidores que optam por sorvetes mais cremosos e com sabor adocicado sem o uso excessivo de açúcar. A utilização do leite UHT sem lactose como base para esses produtos sugere que a aceitação dos consumidores pode incentivar a produção em larga escala. As melhorias na textura e cor dos sorvetes sem lactose são essenciais para atender às expectativas dos consumidores. Isso ressalta a necessidade de mais pesquisas e desenvolvimento na indústria, com o objetivo de criar novos produtos com essa ênfase.

REFERÊNCIAS

- ABBASI, Soleiman; SAEEDABADIAN, Arman. Influences of lactose hydrolysis of milk and sugar reduction on some physical properties of ice cream. *Journal of Food Science and Technology*, v. 52, p. 367-374, 2013.
- ALMEIDA, A. B. S.; FERREIRA, A. C.; BARBOSA, T. A.; SIQUEIRA, A. P. S.; SOUZA, E. R. B. Elaboração e avaliação sensorial de sorvete diet e sem lactose de mangaba endêmica do cerrado. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 3, n. 3, p. 38-41, 2016.
- ANDRADE, Vinicius Sampaio *et al.* ACEITAÇÃO DO SORVETE SEM LACTOSE: UM ESTUDO BASEADO EM CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS. *Revista do Seminário Internacional de Estatística com R* | ISSN: 2526-7299, v. 3, n. 1, 2018.
- ANDRADE, Vinicius Sampaio *et al.* ACEITAÇÃO DO SORVETE SEM LACTOSE: UM ESTUDO BASEADO EM CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS. *Revista do Seminário Internacional de Estatística com R* | ISSN: 2526-7299, v. 3, n. 1, 2018.
- BIANSINI, K. B.. Uso da enzima lactase comercial visando a redução do teor de lactose em leites Ultra High Temperature (UHT) com diferentes teores de gordura. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina.
- BOSSO, A. *et al.* β -Galactosidase Production Using Cheese Whey. *UNICIÊNCIAS*, v. 23, n. 1, p. 31-37, 2019.

BRANCO, M. S. C. *et al.* Classificação da intolerância à lactose: uma visão geral sobre causas e tratamentos. *Revista de Ciências Médicas*, v. 26, n. 3, p. 117-125, 2017.

BRASIL Ministério da Agricultura Agência de Vigilância Sanitária. Regulamento de gelados comestíveis e preparados para gelados comestíveis. Resolução RDC nº 266, de 22 de setembro de 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Regulamentos técnicos de produção, identidade e qualidade do leite tipo A, do leite tipo B, do leite tipo C, do leite pasteurizado e do leite cru refrigerado e o regulamento técnico da coleta de leite cru refrigerado e seu transporte a granel. Instrução Normativa nº 51, de 18 de setembro de 2002.

CARMINATTI, C. A. Ensaio de hidrólise enzimática da lactose em reator a membrana utilizando beta-galactosidase *Kluyveromyces lactis*. 79p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC. 2001.

CHIQUETTI, R. L.. Desenvolvimento de sorvete com lactose hidrolisada adicionado de *Lactobacillus acidophilus*. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Leite e Derivados). UNOPAR, Unidade Piza, Centro de Pesquisa em Ciências Agrárias.

CLAUDINO, C. F. *et al.* Desenvolvimento e caracterização de sorvete light isento em lactose sabor araticum. In: CIÊNCIAS AGRÁRIAS: O AVANÇO DA CIÊNCIA NO BRASIL-VOLUME 3. Editora Científica Digital, 2022. p. 259-269.

COROZOLLA, W. ; RODRIGUES, A. G. Intolerância à Lactose e Alergia à Proteína do Leite de Vaca. E o desafio de como diferenciá-las. 2016.

COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. D. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. SUPPL. 1, p. 307–321, 2009.

DA CUNHA, M. E. T. *et al.* Intolerância à lactose e alternativas tecnológicas. *Journal of Health Sciences*, v. 10, n. 2, 2008.

- DEKKER, P. J. T.; DAAMEN, C. B. G. Enzymes exogenous to milk in dairy technology: β -Galactosidase. *Encyclopedia of Dairy Sciences*, p.276–283, 2011.
- DELGADO JÚNIOR, I. J.; SIQUEIRA, K. B.; STOCK, L. A. Produção, composição e processamento de leite de cabra no Brasil. 2020.
- EPAGRI. Síntese Anual da Agricultura de Santa Catarina 2015-2016. Florianópolis, SC, Brasil: Dioesc, 2017.
- FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations Database. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/home/E>. Acesso em: 30 ago. 2024.
- FREITAS, Thaise Kessiane Teixeira, *et al.* "Elaboração de sorvete de abacaxi (Ananas comosus) com hortelã (Mentha) sem lactose." In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 26., 2018, Belém. O uso consciente da biodiversidade: Perspectivas para o avanço da ciência e tecnologia de alimentos: resumos. Campinas, SP: SBCTA, 2018., 2018.
- GROSOVÁ, Z.; ROSENBERG, M.; REBROS, M. Perspectives and applications of immobilized α -galactosidase in food industry: a review. *Czech Journal of Food Science*, v. 26, n.1, p.1-4, 2008.
- GUIMARÃES, G. M. *et al.* Iogurte zero lactose saborizado com geléia de abacaxi. *Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente*, v. 1, n. 1, p. 10-20, 2020.
- HEIDTMANN, R. B.. *et al.* Kinetics and thermodynamic characterization of β -galactosidase from *Kluyveromyces marxianus* CCT 7082 fractionated with ammonium sulphate. *Braz. J. Food Technol.*, Campinas, v. 15, n. 1, p. 41-49, jan./mar. 2012.
- KLEIN, M.P. Imobilização de β -galactosidase para obtenção de produtos lácteos com baixo teor de lactose. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.
- LADERO, M.; PEREZ, M. T.; SANTOS, A.; GARCIA-OCHOA, F. Hydrolysis of lactose by free and immobilized β -galactosidase from *Thermus* sp. Strain T2. *Biotechnology and Bioengineering*, Washington, v. 81, n. 2, p. 241-252, 2002.

NOVIATRI, A.; SETIANINGRUM, A.; HASKITO, AEP Avaliação das propriedades organolépticas do iogurte fortificado com extrato de cálice roxo de Hibiscus sabdariffa L. (Roselle). Em: Journal of Physics: ConferenceSeries. IOP Publishing, 2020. p. 012012.

OLIVEIRA, C. C. M. Produção de β -galactosidase por levedura recombinante - Desenvolvimento de um sistema de produção estável. 2005, 100f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade do Minho, Braga, 2005.

ÖZDEMİR, Cihat *et al.* Ice-cream production from lactose-free UHT milk. Journal of Food Science and Engineering, v. 8, p. 210-214, 2018.

PEREIRA, C. Propriedades funcionais de sorvete de morango diet com adição da enzima lactase e transglutaminase otimizada através da metodologia de superfície de resposta. 2014. 232f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina Florianópolis.

RAMOS, Aurélia de Faria. Avaliação de aspectos físico-químicos, sensoriais e reológicos de sorvete gourmet elaborado com teor reduzido de lactose. 2016.

SANTIAGO, P.A.; MARQUEZ, L.D.S.; CARDOSO, V.L.; RIBEIRO, E.J. Estudo da produção de beta-galactosidase por fermentação de soro de queijo com *Kluyveromyces marxianus*. Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24, n.4, p.567-572, 2004.

SANTIAGO, P.A.; MARQUEZ, L. D. S.; VICELMA, L C.; RIBEIRO, E. J. Estudo da produção de β -galactosidase por fermentação de soro de queijo com *Kluyveromyces marxianus*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 24, n. 4, p. 567-572, 2004.

SANTOS, A.; LADERO, M.; GARCÍA-OCHOA, F. Kinetic modeling of lactose hydrolysis by a β -galactosidase from a *Kluyveromyces fragilis* Enzyme and Microbial Technology, Amsterdam, v. 22, n. 7, p. 558-567, 1998.

SANTOS, G.G. Sorvete: processamento, tecnologia e substitutos da sacarose Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde. Anhanguera v 13, n 2, p. 95-109, 2009.

SILVA, M. R. *et al.* Determination of chemical profile of *Eugenia dysenterica* ice cream using PS-MS and HS-SPME/GC-MS. *Química Nova*, v. 44, n. 2, p. 129-136, 2021.

SWAISGOOD, H. E. Características do leite. In: DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Química de alimentos de Fennema*. 4. ed. Tradução de Brandelli, A. *et al.* Porto Alegre: Artmed, 2010. p.689-717.

TUZZI, A. B. *et al.* Modernização do consumo de leite e derivados: Uma revisão da literatura científica. 2021.

VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, LC da. Características do leite. *Boletim Técnico, Universidade Federal do Espírito Santo, Pró-Reitoria de Extensão, Programa Institucional de Extensão, PIE-UFES*, v. 1007, n. 6, 2007.

VITAL, A. C. P.; SANTOS, N. W.; PINTRO, P. T. M.; SCAPIM, M. R. S.; MADRONA, G. S. Ice cream supplemented with grape juice residue as a source of antioxidants. *International Journal of Dairy Technology*, v. 71, n. 1, p. 183-189, 2018.

ZATTA, I. J.; DA SILVA, L. P.; BENETTI, F. Novas perspectivas de produtos dietéticos indicados aos portadores de intolerância à lactose: uma revisão sistemática. *Revista Perspectiva*, v. 46, n. 173, p. 159-174, 2022.