

UMA ABORDAGEM SUSTENTÁVEL: RESÍDUOS ALIMENTARES NA FORMULAÇÃO DE IOGURTES

A SUSTAINABLE APPROACH: FOOD WASTE IN YOGURT FORMULATION

Luana Morais Antonini

Doutorando em Ciências de Alimentos
Universidade Estadual de Maringá

Jéssica de Souza Alves Friedrichsen

Doutoranda em Química
Universidade Estadual de Maringá

Marina Melliny Guimarães de Freitas

Mestre em Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual de Maringá

Talita Aparecida Ferreira de Campos

Mestre em Engenharia de Alimentos
Universidade Estadual de Maringá

RESUMO: Este artigo tem como objetivo analisar a viabilidade e os benefícios da utilização de resíduos alimentares na formulação de iogurtes, visando promover a sustentabilidade na indústria alimentar. As principais descobertas revelam que a incorporação de resíduos alimentares na produção de iogurtes pode agregar valor nutricional, reduzir o desperdício de alimentos e impactar positivamente o meio ambiente. Conclui-se que a utilização de resíduos alimentares na formulação de iogurtes é uma prática viável e promissora, desde que sejam superados desafios relacionados à segurança alimentar e à aceitação do consumidor. Este estudo contribui para a sustentabilidade da indústria de alimentos e oferece recomendações para futuras pesquisas nesse campo.

Palavras-chave: Resíduos alimentares. Sustentabilidade na indústria alimentar.

ABSTRACT: This article aims to analyze the feasibility and benefits of using food waste in yogurt formulation, with a view to promoting sustainability in the food industry. The main findings reveal that incorporating food waste into yogurt production can add nutritional value, reduce food waste and have a positive impact on the environment. It is concluded that the use of food waste in yogurt formulation is a viable and promising practice, as long as challenges related to food safety and consumer acceptance are overcome. This study contributes to the sustainability of the food industry and offers recommendations for future research in this field.

Keywords: Food waste. Sustainability in the food industry.

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com a sustentabilidade e a redução do desperdício de alimentos tem gerado um impulso significativo na busca por práticas inovadoras e eficientes dentro da indústria de laticínios. Este setor, essencial para a alimentação global, enfrenta desafios consideráveis relacionados à eficiência na utilização de recursos e à gestão de resíduos (XIA et al., 2024). Em resposta a essas demandas, o uso de resíduos alimentares na produção de iogurtes tem emergido como uma estratégia promissora, que não apenas visa minimizar o desperdício, mas também potencializa a qualidade nutricional dos produtos (WANG et al., 2024).

Os resíduos alimentares são compostos por qualquer parte de um alimento que não é consumida ou utilizada, resultando em uma quantidade alarmante de descarte (XIA et al., 2024). Dentre esses resíduos, destacam-se cascas de frutas, bagaço de vegetais e sobras de grãos, que compõem uma fração significativa do total de alimentos descartados (TAHMAZ et al., 2024). Esses materiais não apenas representam uma perda econômica para produtores e consumidores, mas também têm um impacto ambiental negativo, contribuindo para a emissão de gases de efeito estufa quando decompostos em aterros (MANJUNATA et al., 2024).

A integração de resíduos alimentares na formulação de iogurtes oferece uma solução inovadora para esses desafios (WANG et al., 2024). Ao reaproveitar esses ingredientes, a indústria de laticínios pode não apenas reduzir o volume de desperdício, mas também criar produtos que são mais nutritivos e saborosos. Por exemplo, a inclusão de cascas de frutas na produção de iogurtes pode aumentar o teor de fibra e a concentração de vitaminas, além de proporcionar sabores e texturas únicas (TAHMAZ et al., 2024). O uso de bagaço de vegetais não apenas enriquece o perfil nutricional, mas também pode adicionar cor e apelo visual ao produto final, tornando-o mais atrativo para os consumidores (MANJUNATA et al., 2024).

Além de melhorar as características sensoriais e nutricionais dos iogurtes, essa abordagem está alinhada com os princípios da economia circular (XIA et al., 2024). Nesse modelo, o desperdício é visto como um recurso que pode ser reaproveitado, contribuindo para a sustentabilidade da produção alimentícia (TAHMAZ et al., 2024). Essa transformação não apenas ajuda a mitigar o impacto ambiental da indústria de laticínios, mas também promove uma mudança na percepção dos consumidores sobre os produtos lácteos (HASSOUN et al., 2024). Ao oferecer iogurtes que são enriquecidos com ingredientes normalmente considerados como descartáveis, a indústria pode incentivar um consumo mais consciente e responsável, onde o valor nutricional e a sustentabilidade estão em primeiro plano (WANG et al., 2024).

A incorporação de resíduos alimentares na produção de iogurtes também pode estimular a inovação e a pesquisa dentro da indústria (XIA et al., 2024). Há uma necessidade crescente de estudos que explorem as melhores práticas para a utilização desses resíduos, desde a seleção de ingredientes até a formulação e o processamento (BAGLARY et al., 2024). A pesquisa pode abrir portas para o desenvolvimento de novas

linhas de produtos que atendam a demandas específicas dos consumidores, como alimentos funcionais e ricos em nutrientes (WANG et al., 2024).

Dessa forma, investigar as possibilidades e os benefícios do uso de resíduos alimentares em iogurtes torna-se essencial para avançar em direção a uma indústria de laticínios mais sustentável e inovadora (TAHMAZ et al., 2024). Essa investigação não só contribui para a redução do desperdício e a melhoria da qualidade nutricional dos produtos, mas também promove uma abordagem mais integrada e responsável à produção alimentar (HASSOUN et al., 2024). Ao unir esforços para transformar resíduos em recursos, a indústria de laticínios pode desempenhar um papel significativo na construção de um sistema alimentar mais sustentável e equilibrado, beneficiando tanto os consumidores quanto o meio ambiente (VERMA et al., 2024).

Este artigo tem como objetivo revisar a literatura sobre a utilização de resíduos alimentares na produção de iogurtes, avaliando os benefícios nutricionais e os impactos ambientais associados a essa prática. Além disso, pretende-se discutir as barreiras à aceitação do consumidor e os desafios técnicos e regulatórios enfrentados na implementação dessa abordagem. A análise busca identificar oportunidades para promover a inovação e a sustentabilidade na indústria de laticínios, contribuindo para uma alimentação mais saudável e responsável.

2 METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica abrangente dos últimos cinco anos, realizada utilizando os bancos de dados Science Direct e Scopus. Foram selecionados artigos que exploram o desenvolvimento de iogurtes acrescidos de subprodutos provenientes da indústria de alimento. A busca focou-se em trabalhos que discutem a produção do iogurte, suas propriedades físico-químicas e suas aplicações na indústria alimentícia. As palavras chaves utilizadas para a pesquisa incluem “yogurt”, “product development”, “food waste”, “food by-products”, “dairy products”, “circular economy”.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INDÚSTRIA DE LATICÍNIOS

A indústria de laticínios desempenha um papel vital na economia global, contribuindo significativamente para o desenvolvimento econômico e a segurança alimentar em muitos países (ZHOU et al., 2024). Em termos de produção e consumo, os produtos lácteos como leite, queijo, iogurte e manteiga são fundamentais para a alimentação de bilhões de pessoas ao redor do mundo. De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), a produção global de leite atingiu mais de 950 milhões de toneladas em 2023, com um crescimento consistente projetado para os próximos

anos, impulsionado pela crescente demanda por produtos lácteos e pelo aumento da população global (LAI et al., 2024).

O crescimento da indústria de laticínios pode ser atribuído a vários fatores, incluindo a urbanização, a mudança nas preferências dos consumidores e a maior conscientização sobre os benefícios nutricionais dos produtos lácteos (WANG et al., 2024). A ascensão da classe média em economias emergentes também tem contribuído para um aumento na demanda por produtos lácteos de maior qualidade (ZHAI et al., 2024). Além disso, a inovação tecnológica tem desempenhado um papel crucial no aumento da eficiência na produção, conservação e distribuição dos produtos lácteos (ZHOU et al., 2024).

No entanto, a indústria de laticínios enfrenta desafios significativos, como as preocupações com a sustentabilidade, as emissões de gases de efeito estufa e a gestão de resíduos (ZHAI et al., 2024). A pressão para adotar práticas de produção mais sustentáveis e minimizar o impacto ambiental está impulsionando a pesquisa e o desenvolvimento de métodos alternativos, como o uso de resíduos alimentares na produção de iogurtes e outros produtos lácteos (ZHOU et al., 2024). Essas inovações podem ajudar a indústria a alinhar-se às expectativas de consumidores cada vez mais conscientes em relação à sustentabilidade e à saúde (KRAH et al., 2024).

3.2 IOGURTE

O iogurte é um produto lácteo fermentado que tem sido consumido por milênios, sendo valorizado por suas propriedades nutritivas e benefícios à saúde (ZHAI et al., 2024). Ele é produzido pela fermentação do leite, na qual bactérias específicas, conhecidas como culturas probióticas, convertem a lactose em ácido láctico, conferindo ao iogurte sua textura cremosa e sabor característico (ZHOU et al., 2024). As culturas mais comumente utilizadas na produção de iogurte incluem *Lactobacillus bulgaricus* e *Streptococcus thermophilus*, que são responsáveis pela fermentação do leite (ZHANG et al., 2024). A combinação dessas culturas não só promove a acidificação do leite, mas também contribui para a produção de compostos bioativos que podem beneficiar a saúde intestinal (LAI et al., 2024).

O processo de produção do iogurte envolve várias etapas (JANY et al., 2024). Primeiro, o leite é pasteurizado para eliminar patógenos e bactérias indesejadas. Em seguida, é resfriado e inoculado com as culturas de fermentação. O leite inoculado é mantido a uma temperatura controlada para permitir que as bactérias fermentem a lactose, resultando na formação do iogurte. Esse processo pode variar em duração e temperatura, dependendo do tipo de iogurte desejado (ZHAI et al., 2024).

O iogurte é amplamente reconhecido por seus benefícios nutricionais, sendo uma excelente fonte de proteína, cálcio, vitaminas e probióticos (LAI et al., 2024). Os probióticos presentes no iogurte têm sido associados a diversos benefícios para a saúde, incluindo a melhoria da saúde intestinal, o fortalecimento do sistema imunológico e a redução do risco de doenças crônicas, como diabetes e doenças cardiovasculares

(ZHANG et al., 2024; HASEGAWA et al., 2023). Devido a essas propriedades, o iogurte tem se tornado cada vez mais popular entre os consumidores que buscam alternativas saudáveis e funcionais em sua dieta (ZHOU et al., 2024).

Nos últimos anos, a demanda por iogurtes com valor agregado, como os enriquecidos com fibras ou que utilizam resíduos alimentares, tem crescido (ZHAI et al., 2024). Essa tendência não só reflete a busca por alimentos mais nutritivos, mas também a crescente conscientização sobre a sustentabilidade e o desperdício de alimentos (TAHMAZ et al., 2024; HASEGAWA et al., 2023). A inclusão de resíduos alimentares na produção de iogurtes não apenas aumenta o valor nutricional, mas também oferece uma solução inovadora para a gestão de resíduos na indústria de laticínios, contribuindo para a sustentabilidade do setor (WANG et al., 2024).

3.3 DEFINIÇÃO DE RESÍDUOS ALIMENTARES

Os resíduos alimentares são definidos como qualquer parte de um alimento que não é consumida ou utilizada na alimentação, resultando em um desperdício significativo que tem implicações tanto econômicas quanto ambientais (MANJUNATA et al., 2024). Em um mundo onde a segurança alimentar é uma preocupação crescente, a questão dos resíduos alimentares se torna cada vez mais relevante (KUMAR, et al., 2024). Esse desperdício não apenas compromete os esforços para combater a fome, mas também contribui para a degradação ambiental, pois os resíduos alimentares em decomposição em aterros geram emissões significativas de gases de efeito estufa (XIA et al., 2024).

Os resíduos alimentares podem ser classificados em várias categorias, cada uma com suas características e origens distintas:

- **Resíduos de Processamento:** Estes resíduos são gerados durante as etapas de processamento industrial de alimentos. Exemplos incluem cascas de frutas e legumes, sementes, polpas e aparas (TAHMAZ et al., 2024). Esses materiais são frequentemente considerados subprodutos da indústria alimentícia, mas, se gerenciados adequadamente, podem ser reaproveitados para a produção de novos alimentos, ingredientes ou até mesmo compostos funcionais que podem enriquecer outros produtos alimentares (VERMA et al., 2024).
- **Resíduos de Consumo:** Esses resíduos surgem de refeições preparadas e consumidas, como sobras de pratos, alimentos não consumidos ou até mesmo alimentos que não atendem aos padrões de qualidade para venda, como frutas e vegetais que não apresentam uma aparência perfeita (TAHMAZ et al., 2024). Esses restos representam uma parte significativa do desperdício alimentar, pois muitas vezes são descartados sem serem aproveitados (KRAH et al., 2024). A educação dos consumidores sobre o planejamento de refeições e a conservação adequada de alimentos pode ajudar a reduzir esse tipo de desperdício (VERMA et al., 2024).

- **Resíduos de Agricultura:** Esta categoria inclui sobras de colheitas, folhas, partes não comestíveis de plantas e outros materiais que não são utilizados na produção de alimentos (KRAH et al., 2024). Esses resíduos agrícolas, muitas vezes negligenciados, representam uma oportunidade significativa para a reciclagem e o reaproveitamento. Por exemplo, a incorporação de resíduos agrícolas na produção de biocombustíveis, fertilizantes ou até mesmo na alimentação animal pode contribuir para uma abordagem mais sustentável na agricultura (VERMA et al., 2024).

A gestão adequada dos resíduos alimentares é fundamental para mitigar o desperdício e promover a sustentabilidade (KRAH et al., 2024). Não se trata apenas de descartar o que não é consumido, mas de repensar e reutilizar esses recursos de maneira que possam ser benéficos em outras aplicações (XIA et al., 2024). A transformação de resíduos alimentares em novos produtos alimentares, como o uso de cascas de frutas na fabricação de iogurtes ou em smoothies, é um exemplo de como essa gestão pode ser eficaz (KRAH et al., 2024). Além disso, iniciativas de compostagem e reciclagem de resíduos alimentares ajudam a devolver nutrientes ao solo, promovendo um ciclo de produção mais saudável (WANG et al., 2024).

Em resumo, a questão dos resíduos alimentares exige uma abordagem abrangente que envolva todas as partes da cadeia alimentar, desde a produção até o consumo (KUMAR, et al., 2024). Ao reconhecer o valor dos resíduos alimentares e implementar estratégias para a sua utilização, pode-se não apenas reduzir o desperdício, mas também contribuir para um sistema alimentar mais sustentável e eficiente (TAHMAZ et al., 2024).

3.4 TIPOS DE RESÍDUOS ALIMENTARES USADOS EM IOGURTES

Na indústria de laticínios, especialmente na produção de iogurtes, diversos tipos de resíduos alimentares têm sido explorados como ingredientes valiosos (WANG et al., 2024). A seguir, é listado alguns dos principais tipos de resíduos alimentares que estão sendo incorporados na formulação de iogurtes:

3.4.1 Cascas de Frutas

As cascas de frutas são uma fonte abundante de nutrientes e compostos bioativos, frequentemente subestimadas e descartadas (TAHMAZ et al., 2024). Frutas como maçãs, laranjas, bananas e peras têm cascas ricas em fibras dietéticas, vitaminas e antioxidantes (KUMAR, et al., 2024). Por exemplo, a casca da maçã contém quercetina, um flavonoide com propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, que pode ajudar a combater doenças crônicas (TAHMAZ et al., 2024). Ao incorporar cascas de frutas na produção de iogurtes, os fabricantes não apenas adicionam uma textura interessante e um sabor distinto, mas também melhoram o perfil nutricional do produto final (KUMAR et al., 2024). Além disso, essa prática contribui

para a sustentabilidade, aproveitando partes de frutas que, de outra forma, poderiam ser descartadas (KRAH et al., 2024).

3.4.2 Restos de Grãos

Os restos de grãos, como bagaço de milho, aveia, trigo e cevada são outro exemplo de resíduos alimentares que podem ser utilizados na produção de iogurtes (JANY et al., 2024). Esses grãos são frequentemente gerados durante o processamento de alimentos, como a produção de farinhas e cereais (TAHMAZ et al., 2024). Incorporar bagaço de grãos nos iogurtes não só adiciona uma textura interessante e uma sensação na boca mais robusta, mas também enriquece o conteúdo de proteínas e fibras do produto (KRAH et al., 2024). Por exemplo, a aveia é conhecida por suas propriedades benéficas para a saúde cardiovascular e seu papel na regulação do colesterol. O uso desses grãos em iogurtes pode oferecer aos consumidores um alimento mais nutritivo e satisfatório, promovendo uma dieta mais equilibrada (TAHMAZ et al., 2024).

3.4.3 Bagaço de Vegetais

Os resíduos vegetais, como bagaço de cenouras, beterrabas e abóbora, também estão se destacando na formulação de iogurtes (KUMAR et al., 2024). Esses ingredientes não apenas contribuem para o aumento do valor nutricional, mas também oferecem cores vibrantes e sabores distintos aos produtos lácteos (TAHMAZ et al., 2024). O bagaço de cenouras, por exemplo, é rico em betacaroteno, um antioxidante que é convertido em vitamina A no organismo, essencial para a saúde ocular e o sistema imunológico (KRAH et al., 2024). Da mesma forma, o bagaço de beterraba pode adicionar uma cor atrativa e é conhecido por suas propriedades benéficas para a saúde cardiovascular (KUMAR, et al., 2024). A inclusão de bagaço de vegetais em iogurtes permite que os consumidores desfrutem de produtos mais saudáveis, ao mesmo tempo em que ajuda a minimizar o desperdício de alimentos (KRAH et al., 2024).

Esses resíduos não apenas proporcionam novos sabores e texturas aos iogurtes, mas também contribuem para uma dieta mais saudável e sustentável (TAHMAZ et al., 2024).

3.5 BENEFÍCIOS NUTRICIONAIS

A inclusão de resíduos alimentares na formulação de iogurtes tem se mostrado uma estratégia inovadora e eficaz para enriquecer a composição nutricional desses produtos (KRAH et al., 2024). A utilização de ingredientes como cascas de frutas, bagaço de vegetais e restos de grãos não apenas ajuda a reduzir o desperdício, mas também pode transformar o iogurte em uma opção alimentar mais nutritiva e funcional (JANY et al., 2024). Essa prática está alinhada com a crescente demanda dos consumidores por

produtos que não apenas satisfaçam o paladar, mas que também contribuam para a saúde e o bem-estar (ZHANG et al., 2024).

Os resíduos alimentares como as cascas de frutas e o bagaço de vegetais, são frequentemente subestimados, mas na verdade são fontes ricas de nutrientes essenciais (KRAH et al., 2024). Por exemplo, as cascas de frutas como maçãs e laranjas, são conhecidas por conterem concentrações elevadas de fibras, vitaminas e compostos antioxidantes (LAI et al., 2024). A fibra dietética é crucial para a saúde digestiva, pois ajuda a regular o trânsito intestinal, previne a constipação e contribui para a saúde geral do trato gastrointestinal. Além disso, a fibra tem o potencial de aumentar a sensação de saciedade, o que pode ser benéfico para o controle do peso, ajudando os consumidores a se sentirem mais satisfeitos após as refeições (JANY et al., 2024).

As vitaminas, como a vitamina C presente nas cascas de frutas cítricas, são fundamentais para o funcionamento do sistema imunológico e a saúde da pele (HASEGAWA et al., 2023). Quando esses resíduos são incorporados aos iogurtes, eles não apenas aumentam o teor de nutrientes, mas também proporcionam uma experiência sensorial mais rica e interessante (LAI et al., 2024).

Além das fibras e vitaminas, os resíduos alimentares são fontes significativas de compostos antioxidantes, que desempenham um papel vital na proteção do organismo contra o estresse oxidativo e a inflamação (ZHANG et al., 2024). Os antioxidantes, como os polifenóis encontrados nas cascas de maçãs e nas laranjas, podem ajudar a neutralizar os radicais livres, reduzindo o risco de doenças crônicas, como doenças cardíacas, diabetes tipo 2 e certos tipos de câncer (JANY et al., 2024). Ao enriquecer os iogurtes com esses compostos, os fabricantes não apenas melhoram o valor nutricional dos produtos, mas também promovem benefícios à saúde que vão além da nutrição básica (LAI et al., 2024).

A adição de fibras provenientes de resíduos alimentares também pode ter um impacto positivo na regulação dos níveis de glicose no sangue (ZHANG et al., 2024). As fibras solúveis, em particular, têm a capacidade de retardar a absorção de açúcares, ajudando a estabilizar os níveis de glicose após as refeições (HASEGAWA et al., 2023). Isso é especialmente importante para pessoas que buscam controlar o diabetes ou prevenir flutuações bruscas de glicose sanguínea (JANY et al., 2024). Além disso, as fibras alimentares promovem o crescimento de bactérias benéficas no intestino, o que é essencial para a saúde intestinal. Uma microbiota intestinal equilibrada está associada a uma melhor digestão, absorção de nutrientes e até mesmo a um sistema imunológico fortalecido (ZHANG et al., 2024).

A incorporação de resíduos alimentares nos iogurtes não apenas enriquece a composição nutricional, mas também apresenta uma oportunidade única para atender à demanda crescente por opções alimentares mais saudáveis e funcionais (LAI et al., 2024). Os consumidores estão cada vez mais conscientes sobre os benefícios nutricionais dos alimentos que escolhem e buscam produtos que não apenas satisfaçam suas necessidades dietéticas, mas que também promovam a saúde a longo prazo (KRAH et al., 2024). Com a

adição de nutrientes provenientes de resíduos alimentares, os iogurtes se tornam uma alternativa mais atraente e informada, oferecendo não apenas sabor, mas também saúde e bem-estar (GAVRIL et al., 2024).

3.6 PESQUISAS REALIZADAS SOBRE A TEMÁTICA

Com base no levantamento bibliográfico realizado, alguns estudos sobre o uso de subprodutos na incorporação de iogurtes são debatidos a seguir, visando salientar os resultados obtidos pelos pesquisadores.

O estudo de Nguyen et al. (2024) analisou o efeito de fortificar iogurtes probióticos com pó de casca de melão, cru e tratado enzimaticamente, para aumentar o teor de fibra solúvel. Foi observado que o iogurte com pó de casca de melão cru (RCRP) apresentou menor dureza, viscosidade, elasticidade e estabilidade em comparação com o iogurte controle, enquanto a adição do pó tratado com enzimas (ECRP) aumentou essas características. Após 15 dias de armazenamento, o iogurte com ECRP apresentou sinérese três vezes menor e maior atividade antioxidante, sugerindo que o tratamento enzimático do pó de casca de melão é eficaz para melhorar a estabilidade, textura e propriedades antioxidantes do iogurte.

A pesquisa de Mahomud et al. (2024) investigou o efeito de adicionar extrato de polifenóis da casca de banana verde (GBPPE) ao iogurte, com o objetivo de melhorar a viabilidade e a funcionalidade dos probióticos e a qualidade do produto. Foram testadas concentrações de 0,5%, 1% e 2% de GBPPE. Em comparação ao iogurte controle, as formulações com GBPPE mostraram aumento na atividade antioxidante, maior teor de fenólicos e flavonoides, e melhor capacidade de ligação à água e viscosidade. Sensorialmente, o iogurte com 0,5% de GBPPE obteve a melhor aceitação. Estes resultados indicam que o uso de GBPPE contribui para o desenvolvimento de iogurtes probióticos com qualidades funcionais e sensoriais aprimoradas.

Já o estudo de Klojdova et al. (2024) propôs o uso do bagaço de maçã, subproduto da produção de suco e cidra, para melhorar as propriedades texturais de iogurtes. Enriquecidos com 1, 2 e 4% de pó de bagaço de maçã liofilizado ou seco em estufa de circulação de ar, os iogurtes apresentaram melhorias na dureza e elasticidade, especialmente nas amostras com 4% de bagaço seco em estufa, que também obtiveram a melhor avaliação sensorial. O bagaço de maçã, rico em polifenóis e compostos bioativos, pode agregar valor nutricional, contribuindo para uma abordagem alimentar mais sustentável ao reaproveitar subprodutos da indústria.

A pesquisa de Zhang et al. (2024) investigou a incorporação de fibra de talos de couve, avaliando seu impacto na qualidade e características funcionais do iogurte de cabra. A fibra foi adicionada em concentrações de 0,5, 1,0 e 1,5%. Os resultados mostraram que a adição de fibra aumentou o tamanho de partícula e melhorou a dureza e a coesão do iogurte, com a melhor retenção de água e estabilidade térmica observadas na concentração de 0,5% de fibra. Análises microscópicas confirmaram a integração da fibra na estrutura do gel de iogurte, resultando em melhorias significativas nas propriedades reológicas, como

resistência às variações de temperatura e recuperação da estrutura do gel. A fibra de couve também aumentou a biodisponibilidade de proteínas durante a digestão *in vitro*. Assim, a inclusão da fibra de talos de couve pode enriquecer o valor nutricional e propriedades funcionais se adicionadas em iogurte.

O estudo de Jany et al. (2024) analisou os fitoquímicos bioativos da casca de romã e seu efeito em iogurte funcional fortificado. Os fitoquímicos desse subproduto foram extraídos usando etanol, metanol e acetona para avaliar fenóis totais, flavonoides, antocianinas e atividade antioxidante, com o extrato etanólico exibindo os maiores níveis de compostos bioativos. O extrato etanólico foi então incorporado ao iogurte em concentrações de 0,25%, 0,5% e 0,75%. A fortificação com casca de romã aumentou a atividade antioxidante e os compostos fenólicos, além de melhorar a retenção de água e reduzir a sinérese. A melhor formulação foi a de 0,5%, devido ao equilíbrio entre qualidades nutricionais, físico-químicas e sensoriais. O trabalho destacou o potencial de adicionar iogurtes com casca de romã para aprimorar seu valor funcional.

No estudo de Muñoz-Tebar et al. (2024) investigou o efeito de ingredientes de coprodutos de tâmaras (pasta e farinha, em concentrações de 3% e 6%) no iogurte fabricado com leite de cabra, focando em aspectos nutricionais, tecnológicos, físico-químicos, microbiológicos e sensoriais ao longo de 21 dias de armazenamento refrigerado. A adição de ambos os ingredientes favoreceu o crescimento de culturas probióticas, aprimorando o potencial probiótico do iogurte. A farinha de tâmaras causou maiores alterações físico-químicas, especialmente em textura, cor e sinérese, enquanto a pasta de tâmaras ajudou a reduzir a sinérese, preservando melhor a qualidade física. Sensorialmente, os consumidores preferiram iogurtes com pasta de tâmaras (3% e 6%), devido à cor e textura mais agradáveis em comparação com a farinha.

O estudo de Gavril et al. (2024) analisou a utilização de subprodutos de abóbora, especificamente o pó de casca de abóbora (PPP), no desenvolvimento de iogurte enriquecido. A casca de abóbora contém antioxidantes como fenólicos, flavonoides e carotenoides, altamente bioativos. A incorporação de PPP aumentou o valor nutricional do iogurte, melhorando o conteúdo de β -caroteno e compostos bioativos e também as características de textura. Sensorialmente, o iogurte com PPP manteve boa aceitabilidade e teve maior aceitação quando comparado ao iogurte controle.

O estudo de Bajya et al. (2024) investigou o uso do pó de casca de mamão não amadurecido (UPPP) para aprimorar a funcionalidade do iogurte grego. Subprodutos da indústria de frutas, como a casca de mamão, são ricos em compostos bioativos, incluindo polissacarídeos e polifenóis, que possuem potenciais benefícios à saúde. Por meio da análise de perfil de metabólitos baseada em LC-MS, foram identificados 36 metabólitos funcionais no iogurte enriquecido com UPPP, como kaempferol e derivados de carpaína, que contribuem com propriedades prebióticas e bioativas ao produto final. Este trabalho indica que ingredientes vegetais como o UPPP podem melhorar as características funcionais e simbióticas do iogurte grego.

Dessa forma, a incorporação de subprodutos alimentares em iogurtes se mostra uma prática altamente relevante e vantajosa. Os estudos supracitados apontam que esses resíduos, provenientes de frutas e vegetais, são ricos em compostos bioativos como fibras, antioxidantes e polifenóis, que podem melhorar a qualidade nutricional e as propriedades funcionais dos iogurtes. Além disso, a utilização de subprodutos promove a sustentabilidade, reduzindo o desperdício de alimentos e valorizando componentes que seriam descartados. Portanto, o uso de subprodutos em iogurtes é uma abordagem viável que contribui para a inovação de alimentos funcionais e para a sustentabilidade na indústria alimentícia.

3.7 IMPACTOS AMBIENTAIS

A produção de iogurtes com a incorporação de resíduos alimentares apresenta um impacto ambiental positivo significativo, refletindo a crescente preocupação da indústria com a sustentabilidade e a eficiência dos recursos (XIA et al., 2024). À medida que a consciência sobre as questões ambientais se intensifica, a gestão de resíduos torna-se uma prioridade não apenas para os produtores, mas também para os consumidores que buscam alternativas mais responsáveis (HASSOUN et al., 2024). A prática de utilizar resíduos alimentares na fabricação de iogurtes não apenas contribui para a redução do desperdício, mas também atua como uma estratégia efetiva na luta contra as emissões de gases de efeito estufa, que são uma das principais causas das mudanças climáticas (JANY et al., 2024).

O desperdício de alimentos é um dos problemas mais críticos enfrentados pela sociedade moderna, com milhões de toneladas de alimentos sendo descartadas anualmente em todo o mundo (BAGLARY et al., 2024). De acordo com a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO), cerca de um terço de toda a produção alimentar global é perdido ou desperdiçado, o que equivale a aproximadamente 1,05 bilhão de toneladas de alimentos (FAO, 2023). Esse desperdício não apenas representa uma perda econômica substancial, mas também resulta em significativas emissões de gases de efeito estufa, uma vez que alimentos em decomposição em aterros produzem metano, um potente gás de efeito estufa (VERMA et al., 2024).

Ao incorporar resíduos alimentares na produção de iogurtes, a indústria de lácteos pode desempenhar um papel vital na redução desse desperdício (GAVRIL et al., 2024). Em vez de serem descartados, esses subprodutos podem ser reutilizados como ingredientes, transformando o que seria lixo em valiosos componentes nutricionais (BAGLARY et al., 2024). Essa prática não apenas diminui a quantidade de resíduos que vão para aterros, mas também reduz a necessidade de novos recursos para a produção de alimentos, promovendo um ciclo mais eficiente e sustentável (VERMA et al., 2024).

A prática de utilizar resíduos alimentares na produção de iogurtes é um exemplo claro de economia circular. Nesse modelo, os resíduos são vistos como recursos valiosos a serem reaproveitados, em vez de serem considerados lixo (CERVANTES et al., 2024). A economia circular promove a reutilização de

materiais, minimizando o desperdício e promovendo a inovação em processos produtivos (LIU, 2024). Na indústria de laticínios, isso pode incluir a integração de tecnologias que ajudam a transformar resíduos em novos produtos, como iogurtes enriquecidos, que não apenas atendem às demandas nutricionais dos consumidores, mas também contribuem para um sistema alimentar mais sustentável (JANY et al., 2024).

A utilização de resíduos alimentares na produção de iogurtes também ajuda a diminuir a pressão sobre os sistemas agrícolas. A demanda por alimentos está aumentando globalmente devido ao crescimento populacional e às mudanças nos padrões de consumo (BAGLARY et al., 2024). Essa pressão pode levar a práticas agrícolas insustentáveis, que degradam o meio ambiente e comprometem a qualidade dos recursos naturais. Ao utilizar resíduos alimentares, a indústria pode reduzir a necessidade de cultivar novas matérias-primas, promovendo uma abordagem mais responsável e sustentável em relação à produção de alimentos (JANY et al., 2024).

Ao integrar resíduos alimentares na produção de iogurtes, a indústria não apenas aborda o problema do desperdício, mas também se alinha com as metas globais de desenvolvimento sustentável (VERMA et al., 2024). A prática ajuda a promover a segurança alimentar, a conservação dos recursos naturais e a mitigação das mudanças climáticas, contribuindo para um futuro mais equilibrado e sustentável (BAGLARY et al., 2024).

3.8 DESAFIOS E LIMITAÇÕES

Embora a inclusão de resíduos alimentares na produção de iogurtes ofereça uma série de benefícios nutricionais e ambientais, essa prática também apresenta desafios significativos que precisam ser abordados para garantir sua viabilidade e aceitação no mercado (BAGLARY et al., 2024). Dois dos principais obstáculos são a segurança alimentar e a aceitação do consumidor, ambos cruciais para o sucesso dessa abordagem inovadora (WANG et al., 2024).

A segurança alimentar é uma das preocupações mais relevantes ao considerar a utilização de resíduos alimentares na formulação de iogurtes (GAVRIL et al., 2024). A qualidade e a segurança dos alimentos são prioritárias, e é essencial que os resíduos utilizados sejam não apenas seguros para o consumo humano, mas também que mantenham a integridade e a qualidade do produto final (VERMA et al., 2024).

A origem dos resíduos alimentares é um fator crítico; é necessário garantir que eles sejam provenientes de fontes confiáveis e que tenham sido manipulados e armazenados adequadamente para evitar contaminações (BAGLARY et al., 2024). Resíduos que não são tratados ou processados corretamente podem introduzir patógenos ou contaminantes químicos, representando riscos à saúde do consumidor (GAVRIL et al., 2024). Portanto, a implementação de normas rígidas de controle de qualidade e segurança na cadeia de produção é indispensável (VERMA et al., 2024). Isso pode incluir a realização de testes

microbiológicos e a análise de compostos potencialmente prejudiciais presentes nos resíduos antes de sua inclusão nos iogurtes (JANY et al., 2024).

Além disso, a padronização dos processos de incorporação de resíduos na produção de iogurtes é fundamental (VERMA et al., 2024). Cada tipo de resíduo pode ter características distintas que afetam a textura, o sabor e a durabilidade do produto final. Portanto, é necessário um rigoroso controle de qualidade durante todas as etapas da produção, desde a seleção e tratamento dos resíduos até a produção e embalagem do iogurte, para garantir que o produto atenda aos padrões de segurança alimentar (VERMA et al., 2024).

Outro desafio significativo é a aceitação do consumidor em relação aos produtos que contêm resíduos alimentares (WANG et al., 2024). Muitos consumidores podem ter preconceitos ou receios sobre a ideia de consumir produtos feitos a partir de "resíduos", associando essa terminologia a alimentos de menor qualidade ou, até mesmo, a questões de segurança. Essa percepção pode ser um obstáculo importante para a adoção generalizada de iogurtes que utilizam ingredientes considerados subprodutos (JANY et al., 2024).

Para superar essa barreira, é essencial que a indústria realize estudos de mercado para entender as preocupações e expectativas dos consumidores (HASEGAWA et al., 2023). Além disso, campanhas de conscientização bem elaboradas podem desempenhar um papel vital na educação dos consumidores sobre os benefícios nutricionais e ambientais da inclusão de resíduos alimentares na produção de iogurtes (GAVRIL et al., 2024). Informar os consumidores sobre o valor nutricional agregado e a segurança dos produtos pode ajudar a mudar a percepção negativa associada ao consumo de iogurtes enriquecidos com resíduos (WANG et al., 2024).

As campanhas de marketing também devem destacar os princípios de sustentabilidade envolvidos nessa prática, enfatizando como a utilização de subprodutos alimentares contribui para a redução do desperdício e a promoção de uma economia circular (VERMA et al., 2024). Essa comunicação transparente pode aumentar a confiança do consumidor e incentivá-lo a optar por produtos que sejam não apenas saborosos, mas também responsáveis do ponto de vista ambiental (JANY et al., 2024).

Para fortalecer a aceitação do consumidor, é igualmente importante que as empresas conduzam pesquisas sobre as preferências dos consumidores em relação a sabores, texturas e outros aspectos sensoriais dos iogurtes que incorporam resíduos alimentares (VERMA et al., 2024). Isso permitirá que os fabricantes ajustem suas formulações para atender melhor às expectativas dos consumidores e, conseqüentemente, aumentem a aceitação desses produtos no mercado (GAVRIL et al., 2024).

Além disso, envolver os consumidores no processo de desenvolvimento do produto, por meio de degustações e feedback, pode ser uma estratégia eficaz para criar um senso de pertencimento e aceitação (JANY et al., 2024). Essa abordagem pode ajudar a construir uma base de consumidores fiéis que valorizam a inovação e a sustentabilidade (GAVRIL et al., 2024).

4 CONCLUSÃO

Os achados da revisão da literatura mostram que o uso de resíduos alimentares na produção de iogurtes possui o potencial de resultar em produtos mais nutritivos e sustentáveis. No entanto, é essencial abordar os desafios relacionados à aceitação do consumidor e à segurança alimentar. Para que essa prática seja implementada com sucesso, é necessário um esforço colaborativo entre a indústria, pesquisadores e órgãos reguladores, a fim de promover a conscientização e a confiança nos produtos acrescidos.

REFERÊNCIAS

- BAGLARY, G. R. et al. Sustainable extraction of bioactive compounds from aromatic plants and agro-food wastes for food preservation: A review. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 61, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2024.103399>.
- BAJYA, S. L. et al. Foodomics-based metabolites profiling of the Greek yogurt incorporated with unripened papaya peel powder. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, v. 8, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochms.2024.100199>.
- CERVANTES, P. L. et al. Circular economy and food safety: A focus on ONE health. *Applied Food Research*, v. 4, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100509>.
- FAO. Dairy Market Review: Overview of global market developments in 2023. Roma, 2024. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/10d58506-df7b-467d-b5f6-c868b2ee6fa3/content>. Acesso em: 30 out. 2024.
- FAO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2023. Rome: FAO, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/publications/sfson/index/en/>. Acesso em: 30 out. 2024.
- GAVRIL, R. N. et al. The development of value-added yogurt based on pumpkin peel powder as a bioactive powder. *Journal of Agriculture and Food Research*, v. 16, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101098>.
- HASEGAWA, Y. Yogurt consumption for improving immune health. *Current Opinion in Food Science*, v. 51, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101017>.
- HASSOUN, A. et al. Leveraging the potential of fourth industrial revolution technologies to reduce and valorize waste and by-products in the dairy sector. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, v. 47, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2024.100927>.
- KRAH, C. Y. Household food waste generation in high-income countries: A scoping review and pooled analysis between 2010 and 2022. *Journal of Cleaner Production*, v. 471, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143375>.
- JANY, J. F. et al. Fortification of functional yogurt by the phytochemicals extracted from pomegranate peel. *Applied Food Research*, v. 4, n. 2, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.afres.2024.100479>.
- KUMAR, H. et al. Selected fruit pomaces: Nutritional profile, health benefits, and applications in functional foods and feeds. *Current Research in Food Science*, v. 9, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2024.100791>.
- KLOJDOVA, I. et al. Apple pomace as a functional component of sustainable set-type yogurts. *LWT*, v. 211, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116909>.
- LAI, J. X. et al. Utilizing pomegranate extracts for enhancing yogurt quality and preservation. *Food and Humanity*, v. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100434>.
- LIU, K. Circular economy and the separated yet inseparable social dimension: Views from European circular city experts. *Sustainable Production and Consumption*, v. 51, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.spc.2024.09.016>.

MAHOMOUD, M. S. et al. Innovative probiotic yogurt: Leveraging green banana peel for enhanced quality, functionality, and sensory attributes. *Heliyon*, v. 10, n. 19, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e38781>.

MANJUNATA, V. et al. Adding Value to Fruit Wastes, Academic Press, p. 364-390, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13842-3.00014-9>.

MUÑOZ-TEBAR, N. et al. Fortification of goat milk yogurts with date palm (*Phoenix dactylifera* L.) coproducts: Impact on their quality during cold storage. *Food Chemistry*, v. 454, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139800>.

NGUYEN, T. Q. et al. Effects of cantaloupe rind powder fortification on yogurt properties: Comparison between raw and enzyme-treated powder, *LWT*, v. 210, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116828>.

TAHMAZ, S. et al. Food Waste: Reference Module in Social Sciences. Elsevier, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-13701-3.00242-5>.

VERMA, P. et al. A review on the preparation, characterization, and applications of agro-waste-derived oligosaccharides. *Food Bioscience*, v. 62, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105221>.

WANG, Y. et al. Waste to wealth: bioprocessing methods for the conversion of food byproducts into value-added products: a mini-review. *Current Opinion in Food Science*, v. 60, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2024.101215>.

XIA, F. L. W. et al. Turning waste into value: Extraction and effective valorization strategies of seafood by-products. *Waste Management Bulletin*, v. 2, n. 3, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wmb.2024.06.008>.

ZHAI, J. et al. Comparative nutritional and physicochemical analysis of plant-based walnut yogurt and commercially available animal yogurt. *LWT*, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116959>.

ZHANG, W. et al. Enhancement effect of kale fiber on physicochemical, rheological and digestive properties of goat yogurt. *LWT*, v. 207, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116649>.

ZHOU, Z. et al. Physicochemical properties of yoghurt supplemented with polymerized whey protein and inulin. *LWT*, v. 210, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2024.116888>.