

[Início](#) / [Arquivos](#) /

v. 1 n. 1 (2023): Artigos REVISTA DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS E GASTRONOMIA (RCAGT)

v. 1 n. 1 (2023): Artigos REVISTA DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS E GASTRONOMIA (RCAGT)

Publicado: 2023-11-14

Edição completa



Artigos

Potencialidades do vinagre como ingrediente alimentar e perspectivas futuras: uma revisão

Natalia Miranda do Nascimento, Ana Claudia Barana



Prato típico de Foz do Iguaçu-PR, existe? Algumas reflexões a partir do Pirá de Foz

Emilli de Souza Silva, André Roberto Da Silva Lima, Jade Melina Zamarchi, Paola Stefanutti



Sobremesas congeladas de extrato hidrossolúvel de quirera de arroz: Efeito da adição de *Chlorella vulgaris* e *Spirulina platensis* nas características físico-químicas e tecnológicas e aceitação sensorial

Amanda Mataruco, Carlos Eduardo Barão, Viviane Priscila Barros de Medeiros, Talita Letícia dos Santos, Thais Ordenez, Arthur Marroni Pereira, Jéssica Carvalho dos Santos, Vinícius Koiti Nakahara, Rafael Sanches Silva, Tamires dos Santos Lima, Mariana Maróstica Bocetto, Vanessa Aparecida Marcolino, Suellen Jensen Klososki, Marciane Magnani, Tatiana Colombo Pimentel

Platform &
workflow by
OJS / PKP



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Potencialidades do vinagre como ingrediente alimentar e perspectivas futuras: uma revisão

Potentialities of vinegar as a food ingredient and prospects future: a review

Natalia Miranda do Nascimento¹, Ana Claudia Barana²

¹Instituto Federal Fluminense e Universidade Estadual de Ponta Grossa, 84.030-900, Ponta Grossa/PR, Brasil

² Universidade Estadual de Ponta Grossa, CEP 84.030-900, Ponta Grossa/PR, Brasil

Resumo: O vinagre, uma solução aquosa de ácido acético, pode conter diversas outras substâncias orgânicas e sua qualidade depende da matéria-prima, processo de fabricação e envelhecimento empregados. Seu consumo tem sido associado a benefícios para a saúde, como controle da pressão arterial, regulação gastrointestinal, atividade antioxidante e redução de peso corporal. O mercado global de vinagres está em crescimento, especialmente a demanda por vinagre orgânico e a exploração de novas matérias-primas na produção. Existem três principais métodos para obter vinagre a partir da conversão microbiológica do etanol presente no fermentado alcoólico. O vinagre balsâmico é produzido a partir da fermentação alcoólica e acética de mostos de uvas cozidos e concentrados, com diferenças entre as versões de *Modena* e *Reggio Emilia*. Além disso, o vinagre pode ser utilizado como conservante em alimentos e na sanitização de vegetais devido às propriedades antimicrobianas dos ácidos orgânicos, principalmente o ácido acético. O consumo de vinagre é global e apresenta compostos orgânicos e voláteis, sendo possível explorar subprodutos agroindustriais na produção. Estudos bibliográficos têm buscado compreender seus processos e efeitos na saúde, com interesse crescente na fermentação do vinagre, diversificação de matérias-primas e avaliação de compostos funcionais e propriedades conservantes. Embora estudos em roedores tenham demonstrado eficácia no tratamento de doenças e prevenção através do consumo de vinagres, ainda são necessárias mais pesquisas sobre seus aspectos funcionais em humanos.

Palavras-chave: Fermentação acética. Antioxidante. Saúde.

Abstract: Vinegar, an aqueous solution of acetic acid, can contain several other organic substances and its quality depends on the raw material, manufacturing process and aging employed. Its consumption has been associated with health benefits such as blood pressure control, gastrointestinal regulation, antioxidant activity and body weight reduction. The global vinegar market is growing, especially the demand for organic vinegar and the exploration of new raw materials in production. There are three main methods to obtain vinegar from the microbiological conversion of ethanol present in alcoholic ferment. Balsamic vinegar is produced from the alcoholic and acetic



fermentation of cooked and concentrated grape musts, with differences between the Modena and Reggio Emilia versions. In addition, vinegar can be used as a preservative in foods and in sanitizing vegetables due to the antimicrobial properties of organic acids, especially acetic acid. Vinegar consumption is global and presents organic and volatile compounds, making it possible to explore agro-industrial by-products in production. Bibliographical studies have sought to understand its processes and effects on health, with increasing interest in vinegar fermentation, diversification of raw materials and evaluation of functional compounds and preservative properties. Although studies in rodents have demonstrated efficacy in disease treatment and prevention through the consumption of vinegars, more research is still needed on its functional aspects in humans.

Keywords: Acetic fermentation. Antioxidant. Health.

1 INTRODUÇÃO

O vinagre é uma solução aquosa de ácido acético, contendo substâncias orgânicas como carboidratos, álcoois, ácidos, compostos voláteis e aminoácidos. Sua qualidade varia em função da matéria-prima utilizada como substrato, processo de acetificação, fermentação e envelhecimento aplicado na fabricação (Chochevska et al., 2021). Este produto da fermentação alcoólica e acética, surgiu no início da humanidade com a descoberta da fermentação (Mazza & Murooka, 2009). Possui uma grande variedade, tradicionalmente utilizando a uva como matéria-prima. No entanto, sua produção tem sido explorada com novas matérias-primas (Ubeda et al., 2012).

São observadas correlações positivas entre o consumo de vinagre e controle da pressão arterial, regulação gastrointestinal, atividade antioxidante, relação com a eliminação de radicais livres, ação bactericida e redução do peso corporal em camundongos (Chen, Huang, et al., 2017; Shishehbor et al., 2017).

De acordo com o *Information Management Research Center (IMARC)*, o mercado global de vinagres atingiu um valor de 2,25 bilhões de dólares em 2020, e nos últimos anos também houve um aumento na demanda por vinagre orgânico, e prevê-se que este mercado atingirá um valor de 2,55 bilhões de dólares em 2026, já considerando as incertezas da pandemia do COVID-19 (IMARC, 2022).

Por ser o vinagre um produto consumido em todo o mundo, há espaço para sua produção ser explorada, através do aproveitamento de subprodutos agroindustriais, matérias-primas de baixo custo, desde que apresentem composição favorável de açúcares fermentescíveis.



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Nesta revisão centramo-nos nos desafios e oportunidades e nos estudos recentes na área da produção de vinagres.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada busca bibliográfica nas bases de dados CAPES, Science Direct e Web of Science de artigos publicados entre 2002 e 2022, utilizando as seguintes combinações de palavras-chave: “ácido acético”, “produção de vinagre”, “saúde e vinagre”, “subprodutos aplicados a vinagres”. Estudos foram apresentados e estudos em animais foram incluídos destacando o interesse global no consumo de vinagre. Os critérios de exclusão foram artigos publicados antes de 2002, de baixo valor de impacto, e que não apresentaram um diferencial quanto a sua potencialidade como ingrediente alimentar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Processos de fermentação com levedura

As técnicas de fermentação têm sido amplamente utilizadas para conservar alimentos, sendo que os produtos fermentados fazem parte da dieta de muitas pessoas (Molelekoa et al., 2018). Os principais microrganismos aplicados na fermentação são as leveduras e têm diversas aplicações, tanto na área de panificação quanto na produção de bebidas. Entre elas, destaca-se o uso do microrganismo *Saccharomyces cerevisiae* sp., que tem sido amplamente aplicado em estudos recentes (**Tabela 1**).

A produção de vinagres envolve dois processos de fermentação: a fermentação alcoólica e a fermentação acética. Esses processos oferecem uma forma de obter produtos com valor agregado a partir de subprodutos do processamento agroindustrial contendo açúcares ou amido (Tesfaye et al., 2002). Além disso, os alimentos fermentados, como o vinagre, são preservados graças à ação dos microrganismos, que conferem a eles características próprias (Gong et al., 2021).

Tabela 1 -Pesquisas relacionadas a vinagres.

**RCAGT**

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



| Substrato | Tipos de fermentação e microrganismos | Análises | Referências |
|--|---|---|--------------------------------|
| Resíduos de Alimentos (Arroz cozido, vegetais, carne, ovos etc.) | Alcoólica e acética, inoculadas. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Acetobacter aceti</i> | Ácidos graxos voláteis (VFA) | (Li et al., 2015) |
| Manga | Alcoólica e acética, inoculadas. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Bactéria do ácido acético isolada de um vinagre. | pH, Fenol Total, acidez titulável Gravidade Específica Cor Avaliação sensorial | (Adebayo-Oyetoro et al., 2017) |
| Cerveja preta | Alcoólica e acética, inoculadas. <i>Saccharomyces carlsbergensis</i> <i>Acetobacter aceti</i> | Teor fenólico total (TPC) Cromatografia líquida de alto desempenho acoplada com ionização por eletro pulverização positiva e detecção de matriz de diodos (HPLC-DAD-ESI (+)-MS) | (Mudura et al., 2018) |
| Resíduos de marula (<i>Sclerocarya birrea subsp. Caffra</i>) | Alcoólica e acética, inoculadas. Levedura isolada <i>Acetobacter aceti</i> | HPLC, avaliação da cor e determinação do teor de fenólicos totais, teor de flavonoides totais, atividade antirradical e atividade antimicrobiana | (Molelekoa et al., 2018) |
| Repolho roxo | <i>Acetobacter pasteurianus</i> | Espectroscopia de RMN de compostos solúveis em água. GC/MS- compostos voláteis. | (Ishihara et al., 2018) |
| Abacaxi | Alcoólica e acética, inoculadas. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Acetobacteracetii</i> <i>vat Europeans</i> | Cultura de Células de Citotoxicidade In Vitro Análise do ciclo celular O projeto de experimento quimiopreventivo Teste de risco in vitro Análise do peso corporal e peso do tumor | (Mohamad et al., 2019) |
| Resíduo de Physalis e Pitaya vermelha. | Alcoólica e acética, inoculadas. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> <i>Acetobacter aceti</i> <i>Acetobacter pasteurianus</i> | Avaliação sensorial, antioxidante e antimicrobiana | (Fernandes et al., 2019) |
| Abacaxi | | | (Mohamad et al., 2019) |



| | | | |
|---|---|--|-------------------------------|
| | Alcoólica e acética, inoculadas <i>S. cerevisiae</i> <i>Acetobacter aceti</i> vat <i>Europeans</i> | Perfil bioquímico do sangue de camundongos ensaio de adipocina estudo metagenômico | |
| Maçã-Kei | <i>Schizosaccharomyces pombe</i> <i>Acetobacter pasteurianus</i> , <i>Acetobacter malorum</i> , <i>Kozakia balliensis</i> , <i>Gluconobacter cerinus</i> , and <i>Gluconobacter oxydans</i> consortium | Ácidos fenólicos | (Minnaar et al., 2021) |
| Casca de Banana | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> acetificação natural | Propriedades físico-químicas antes e depois da digestão in vitro. | (Prisacaru et al., 2021) |
| Caju | Alcoólica e acética, inoculadas <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> <i>Acetobacter sp.</i> | Análise sensorial, cromatográfica, físico-química. | (da Rocha Neves et al., 2021) |
| Concentrado de tangerina | Alcoólica e acética, inoculadas. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> | Físico-química, fenóis totais, DPPH, atividade antiobesidade | (Yun et al., 2021) |
| Mirtilo, maçã, framboesa, roseira brava, amora preta e caqui. | <i>A. pasteurianus</i> Dupla fermentação espontânea. | Capacidade Antioxidante, Caracterização; voltametria cíclica | (Chochevska et al., 2021) |

3.2 Fermentação Alcoólica

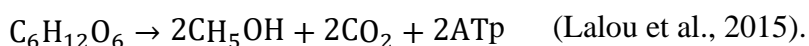
A fermentação alcoólica ocorre antes da produção do vinagre, na qual microrganismos transformam a sacarose e açúcares simples, como glicose, frutose ou monossacarídeos em álcool, sendo a levedura *Saccharomyces cerevisiae* a cepa mais utilizada. Uma hidrólise enzimática é necessária antes da fermentação em processos que usam o amido, para transformá-lo em açúcares monoméricos (Almeida et al., 2022).

Nos processos de fermentação alcoólica pela ação das leveduras, produz-se etanol e compostos aromáticos (B. Wang et al., 2021). Em maçãs fermentadas, os açúcares solúveis são a principal fonte de carbono, e uma concentração de 120 g/L é suficiente para sustentar o crescimento de até $6,0 \times 10^7$ células/mL (Alberti et al., 2011). Devido à sua viabilidade econômica e disponibilidade, culturas amiláceas como milho, cevada,



trigo, batata, batata-doce, mandioca e arroz são candidatos promissores para a produção de etanol (L. Wang et al., 2021).

Na química, a fermentação alcoólica é definida como a transformação exotérmica de uma molécula de glicose em dois átomos de etanol e dois de dióxido de carbono com liberação de energia. Pela estequiometria da reação, 1 g de glicose gera 0,511 g de etanol no caso de 100% de conversão. Como resultado, uma molécula de glicose gera duas moléculas de etanol, duas moléculas de dióxido de carbono e energia. A reação é:



Bioquimicamente, a fermentação alcoólica é definida como um processo anaeróbico de conversão de açúcares fermentáveis em etanol, sendo característico de grupos de microrganismos, como a levedura *Saccharomyces cerevisiae*. A conversão de açúcares pelas leveduras ocorre no citoplasma por meio de diversas reações bioquímicas, catabolizadas por diferentes enzimas. Estes agem de forma específica em seus substratos e podem ser afetados por diversos fatores, como pH, temperatura, minerais, nutrientes, vitaminas, metabólitos da própria célula, entre outros. Nesse processo, a formação de massa celular é baixa, sendo etanol, glicerol e CO₂ alguns dos subprodutos do metabolismo realizado para a geração de ATP (Adenosina trifosfato), garantindo a manutenção das células (Makhdoumi et al., 2021).

A **Figura 1** esquematiza a glicólise, uma reação na qual a glicose é dividida em gliceraldeído-3-fosfato e diidroxicetona fosfato, que são oxidados e rearranjados para produzir duas moléculas de piruvato. Além de preparar um substrato para a oxidação, a glicólise produz 4 moléculas de ATP e 2 moléculas de NADH (Dinucleotídeo de adenina nicotinamida) como energia química. Após a formação do piruvato, ele é descarboxilado em uma reação catalisada pela enzima piruvato descarboxilase, produzindo acetaldeído e liberando CO₂. Em uma segunda reação catalisada pela enzima álcool desidrogenase, o acetaldeído é reduzido para produzir etanol (Gallo Júnior, 2018).

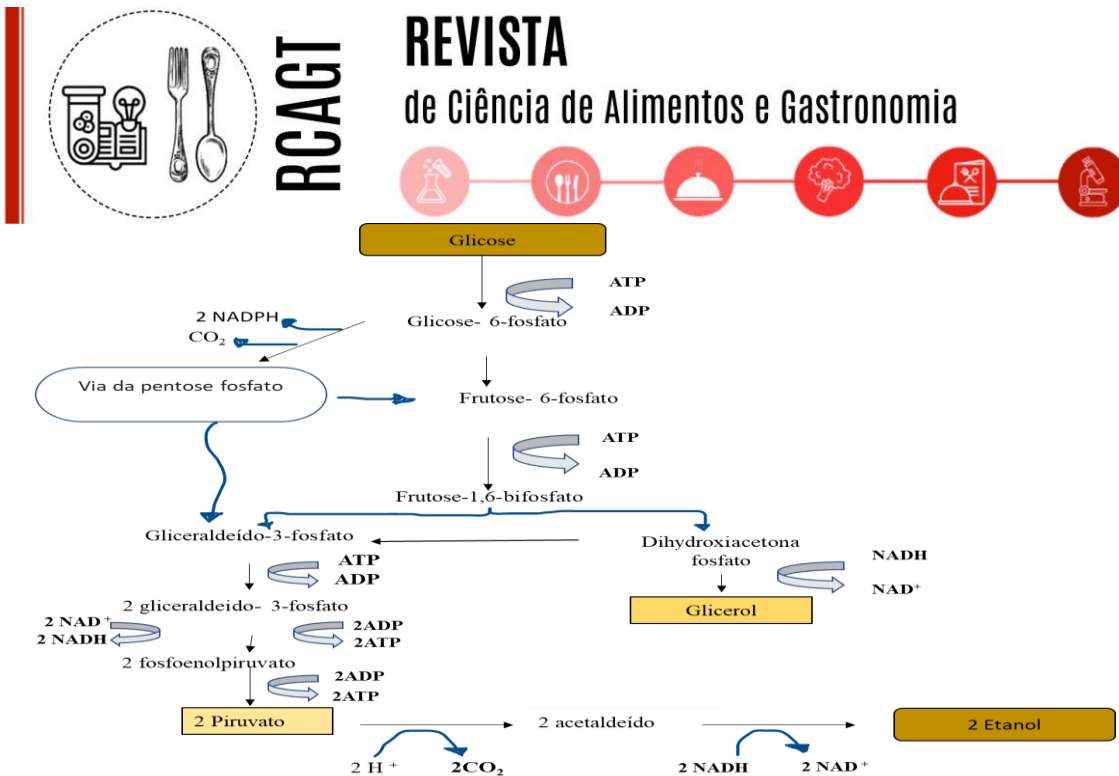


Figura 1. Reação de Glicólise.

3.3 Fermentação acética

Do ponto de vista bioquímico, a acetificação é um processo de oxidação realizado por bactérias do ácido acético (AAB). As bactérias aeróbicas convertem o etanol em acetaldeído e depois em ácido acético (Miranda et al., 2020). A reação de acetificação ocorre de acordo com a reação simplificada: $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$. Na fermentação acética, 1g de etanol dá origem a 1,036g de ácido acético e água, resultando em aumento de volume no sistema. A partir dessa relação, torna-se possível determinar o rendimento desse processo de fermentação (Prisacaru et al., 2021). A Figura 2 mostra o esquema de oxidação do etanol a ácido acético.

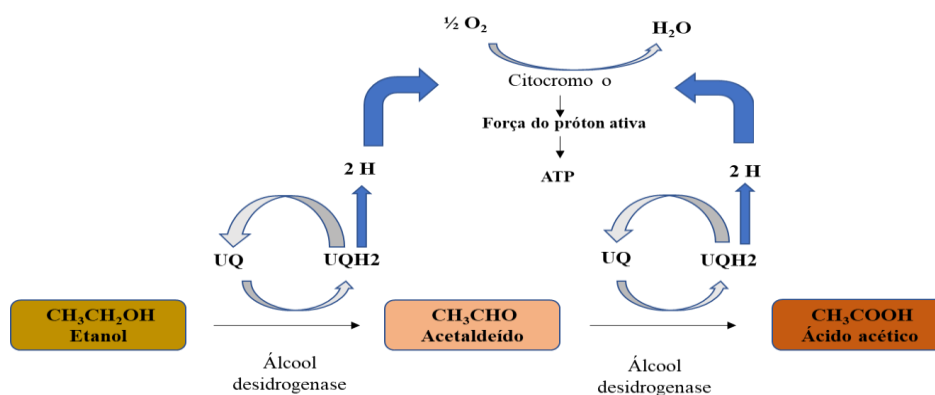


Figura 2. Esquema de oxidação do etanol em ácido acético.



Na fermentação acética, o etanol é oxidado por duas reações que ocorrem em sequência, catalisadas por enzimas ligadas à membrana, álcool desidrogenase (ADH) e aldeído desidrogenase (ALDH). As duas enzimas estão ligadas ao exterior da membrana periplasmática e catalisam as reações de oxidação porque estão no espaço periplasmático. Essas reações são chamadas de “fermentação oxidativa” porque envolvem a oxidação incompleta do álcool, acompanhada pelo acúmulo do produto de oxidação correspondente em grandes quantidades no meio de crescimento. Os aceptores de elétrons intermediários no processo são as ubiquinonas. A evaporação de compostos durante a fermentação acética é a principal causa da redução no rendimento final da concentração de ácido acético (Zilioli, 2011).

O ácido acético é o principal constituinte do vinagre e, de acordo com a legislação europeia, é estabelecido um mínimo de 5% de acidez total para o vinagre de frutas (*European Committee for Standardization*, 2000). De acordo com a legislação brasileira, o vinagre deve ter no mínimo 4% de acidez volátil total em ácido acético e no máximo 1,0% em volume a 20°C para teores alcoólicos de acordo com a Instrução Normativa nº 06 de 3 de abril de 2012 (Brasil, 2012).

3.4 Métodos de produção de vinagre

São conhecidos três métodos principais para a obtenção do vinagre por conversão microbológica do etanol presente no fermentado alcoólico, nomeadamente o método de superfície ou lento, método rápido e o método submerso. Um esquema dos métodos de produção de vinagre é demonstrado na **Figura 3**.

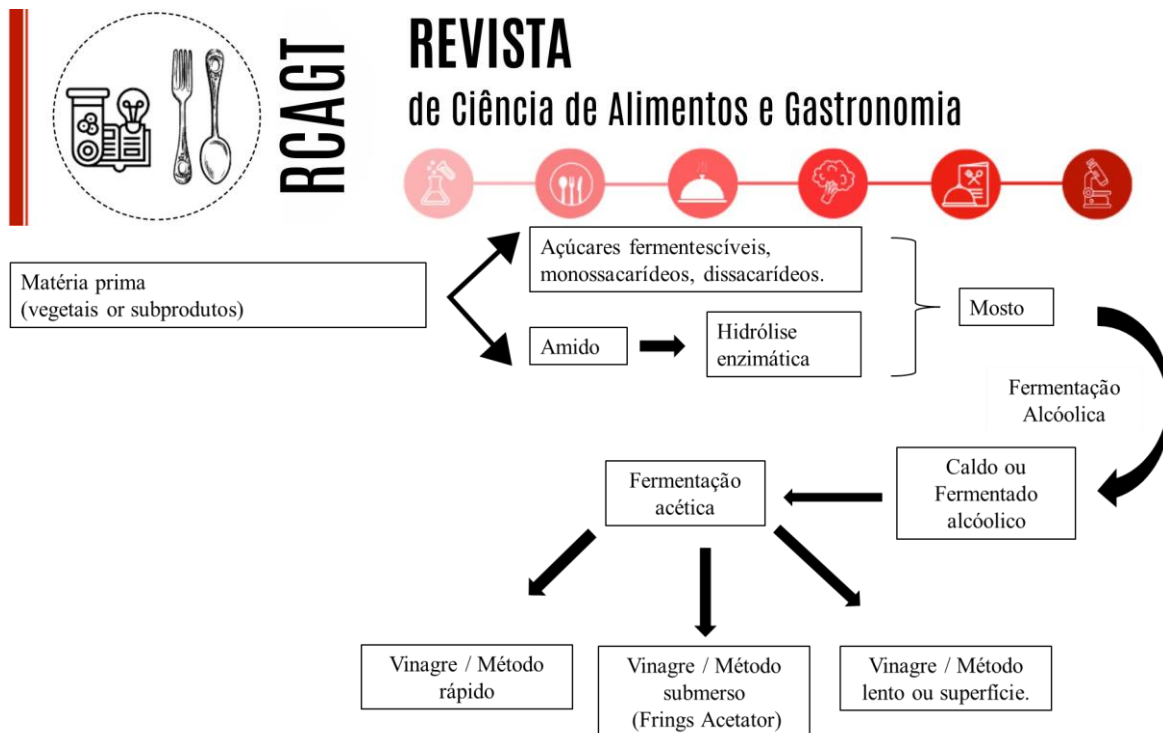


Figura 3. Vinagre / Métodos de produção de ácido acético.

O método de produção de superfície (lento) do vinagre é fundamentado no método mais antigo, no qual o vinho é mantido em recipientes parcialmente cheios e em contato com o ar, possibilitando a disponibilidade de oxigênio que promove o crescimento de bactérias. A partir daí, bactérias acéticas utilizam o álcool fermentado do vinho ou bebida alcoólica para produzir uma estrutura de α -celulose, também chamada de "mãe do vinagre". O método submerso difere do método lento de produção de vinagre, pois durante a fermentação, o oxigênio é fornecido para acelerar a produção industrial. Enquanto o método lento ocorre a temperatura ambiente, em torno de 25°C, e leva cerca de três meses para ser finalizado, o método submerso é executado em uma temperatura de 30°C e leva de 20 a 24 horas (Luzón-Quintana et al., 2021). Esse processo, patenteado por *Heinrich Frings-Bonn* nos anos 1950, requer que as bactérias acéticas sejam imersas na mistura a ser fermentada e suplementadas com nutrientes específicos. As bactérias obtêm energia da oxidação do etanol ao ácido acético, o que exige um suprimento constante de oxigênio. O equipamento utilizado, o acetificador (*Acetator Frings*), é automatizado e controla o teor alcoólico e a descarga do vinagre acabado. Apesar de ser caracterizado por uma alta produtividade e redução no tempo de produção do vinagre, esse método apresenta alguns inconvenientes, como alto custo de investimento inicial, mão de obra e manutenção especializadas, adoção de produção constante, aeração contínua e turbidez do vinagre que requer filtração e clarificação (Luzón-Quintana et al., 2021).



O processo rápido de produção de vinagre, também conhecido como alemão ou *Schützenback Boerhave*, foi introduzido na Alemanha em 1832 por *Schützenback*. Esse método é baseado na passagem da mistura vinho/vinagre sobre uma grande superfície exposta ao ar, que pode ser feita com a adição de materiais como carvão vegetal, bagaço de cana ou milho, madeira, entre outros, que servem como suporte para as bactérias acéticas aderirem. O equipamento utilizado nesse processo é chamado de vinagreira e é composto por três partes: a parte superior responsável por distribuir a mistura, a parte intermediária com o material de suporte e a parte inferior que é o reservatório de líquido. Entretanto, esse método é suscetível à infestação de insetos e moscas, como a *Drosophyla melanogaster*, e à reprodução excessiva de bactérias produtoras de polímeros, que podem comprometer a circulação da mistura dentro do cilindro central onde as bactérias se fixam (Es-sbata et al., 2022).

3.5 Processo fermentativo, complexidade sensorial e aspectos funcionais de vinagres

Devido à sua ampla disponibilidade em todo o mundo e à grande variedade de matérias-primas utilizadas, o vinagre é um dos produtos mais difundidos globalmente (Hutchinson et al., 2019). O vinagre é composto por cerca de 6% de ácido acético, além de carboidratos, ácidos orgânicos, álcoois, polióis, aminoácidos e peptídeos, e é produzido a partir de soluções alcoólicas fermentadas por bactérias do ácido acético (Molelekoa et al., 2018).

Estudos revelam que o vinagre de jabuticaba produzido a partir de leveduras e células imobilizadas de culturas mistas de *Acetobacter aceti* e *Gluconobacter oxydans* apresenta alto teor de ácidos orgânicos e compostos voláteis, que conferem valor funcional e aroma ao vinagre. Além disso, sua produção a partir de sobras da colheita torna-se uma opção viável e sustentável (Mohamad et al., 2015). Já o vinagre de repolho apresenta em sua composição o dimetildissulfeto (DMDS) e o dimetiltrisulfeto (DMTS), que contribuem para seu aroma característico (Dias et al., 2016).

A utilização de barris de madeira em vez de recipientes de vidro melhorou a cinética do processo de produção de vinagres de morango. Porém com o uso de barris de madeira,



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



não é possível eliminar microrganismos indesejáveis de forma concreta, pois as bactérias penetram na madeira, dificultando a sua reutilização (Ishihara et al., 2018).

Diversos estudos têm demonstrado os benefícios da produção de vinagre utilizando matérias-primas alternativas. Por exemplo, o uso de suco de palma para produzir vinagre com *Acetobacter aceti* produziu resultados significativos, sendo rico em vitamina B, minerais e compostos fenólicos, podendo ter aplicações na saúde da população (J. H. Lee et al., 2013). O vinagre de abacaxi e o vinagre de tomate também têm mostrado efeitos positivos na saúde. O vinagre de abacaxi apresentou propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, além de ter efeito hepatoprotetor em camundongos (S. Lee et al., 2017). Já o vinagre de tomate apresentou compostos funcionais com efeito anti-hipertensivo e sugerem que pode prevenir doenças cardiovasculares (M. Y. Lee et al., 2017).

Além disso, outros estudos têm explorado a utilização de diferentes matérias-primas para a produção de vinagre funcional. O vinagre de abacaxi mostrou efeito antitumoral em camundongos, inibição da inflamação e supressão da metástase tumoral (Ghosh et al., 2014). O vinagre desenvolvido com folhas de pimenta *Wongi-1* aumentou substâncias bioativas e foi eficaz na eliminação de radicais, na inibição da atividade da α -glicosidase e pode prevenir o estresse oxidativo e aliviar a hiperglicemia no diabetes (Mohamad et al., 2019).

Além disso, outros estudos têm investigado a produção de vinagre a partir de resíduos alimentares. A fermentação semi-contínua do suco de cebola usando *Acetobacter orientalis* reduziu o tempo de fermentação e apresentou atividade antioxidante mais alta e maior aceitabilidade quando comparado com o vinagre de cebola comercial (Li et al., 2015). A produção de ácido acético a partir de resíduos alimentares de uma cantina resultou em um alto rendimento de ácido acético (Song et al., 2014). Por fim, a fermentação acética da amora coreana mostrou o aumento de compostos voláteis e o vinagre de *cranberry* coreano foi capaz de afetar positivamente a saúde óssea e o peso corporal em ratos (S. Lee et al., 2017).

Diversos estudos têm explorado o potencial de subprodutos agrícolas na produção de vinagres com propriedades físico-químicas e antioxidantes relevantes. O vinagre de manga, por exemplo, apresentou força ácida de 25% e teve boa aceitabilidade do consumidor, sendo estável por 7 meses (Adebayo-Oyetoro et al., 2017). Já na produção



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



de vinagre de batata-doce roxa, o aumento da atividade antioxidante foi associado à presença de ácidos acético e fenólico liberados na fermentação (Wu et al., 2017).

Um estudo mais recente demonstrou que os subprodutos do processamento da Marula podem ser utilizados como substrato para a produção de ácido acético, estimulando a bioeconomia. Para garantir uma produção de alta qualidade, o método de produção de superfície foi mais adequado, preservando os compostos bioativos do vinagre (Molelekoa et al., 2018). Já o vinagre de cerveja marrom foi apontado como uma fonte mais rica de polifenóis e derivados fenólicos em comparação com a cerveja (Mudura et al., 2018).

Dois estudos relataram a produção de vinagres a partir de subprodutos de *Physalis* e *Pitaya* Vermelha, os quais apresentaram atividade antimicrobiana e teor de ácido acético superior a 4% (v/v) e etanol residual inferior a 1% (v/v). A análise sensorial indicou que os consumidores "gostaram moderadamente" de cada vinagre, sendo notado aroma cítrico no vinagre de *physalis* (Fernandes et al., 2019).

O método de acetificação lenta, usando vinagre forte não pasteurizado como inóculo, mostrou-se eficaz para obtenção de vinagre de manga. Os parâmetros físico-químicos e cinéticos analisados foram satisfatórios, com uma boa fonte de fenólicos e carotenóides, extrato seco de $11,33 \pm 0,12 \text{ g. L}^{-1}$, teor final de etanol de $0,9 \pm 0,01\%$ e rendimento de GK do processo de acetificação de 64%, atendendo aos parâmetros brasileiros de qualidade para vinagres (Barbosa et al., 2020).

De acordo com Prisacaru et al. (2021), o vinagre de casca de banana apresenta menor atividade microbiana devido à sua baixa acidez total, exibindo características diferentes dos vinagres de banana comerciais. Chochevska et al. (2021) relataram que a fermentação de vinagres caseiros de frutas geralmente ocorre na ausência de culturas starter que produzem níveis aceitáveis de etanol e ácido acético, resultando em um tempo de fermentação mais longo. Por outro lado, Minnaar et al. (2021) observaram um aumento nos ácidos fenólicos após a transformação do suco de maçã Kei em vinagre por meio da fermentação alcoólica e acética. Da Rocha Neves et al. (2021) constataram que o pseudofruto do cajueiro (*A. othonianum*) apresentou resultados satisfatórios na produção de vinagre e podem ser utilizados como base para futuros estudos sobre a preparação de vinagres desta espécie utilizando outros métodos de fermentação. Yun et al. (2021) produziram vinagres de *Jeju* e vinagres cítricos (tangerina), que demonstraram fortes



efeitos antioxidantes, antiobesidade e antienvhecimento. De acordo com Pothimon et al. (2021), os compostos ácidos são o principal componente dos fermentos acéticos (vinagres) e os ésteres são importantes compostos voláteis que tornam o vinagre mais aromático. Além disso, compostos voláteis, como ésteres, álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas e compostos heterocíclicos, têm um impacto significativo na avaliação olfativa do vinagre, influenciando sua percepção sensorial (Chen, Bai, et al., 2017). O aroma é uma importante característica dos vinagres e pode variar de acordo com o processo de produção. No caso do vinagre de morango, seu perfil aromático é produzido durante a fermentação alcoólica e acética. É válido destacar que a fermentação alcoólica inoculada pode proporcionar uma qualidade aromática superior aos vinagres produzidos por processo espontâneo (Ubeda et al., 2012).

A determinação de compostos orgânicos voláteis (VOC) no vinagre de arroz foi realizada por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS), técnica utilizada para identificar e quantificar compostos orgânicos em uma amostra, que envolve a separação dos componentes de uma mistura através da cromatografia gasosa e, em seguida, a identificação dos componentes individuais através da espectrometria de massa. Os principais compostos orgânicos voláteis encontrados foram ácido acético e acetato de etila a 9,11% e 2,69% (v/v), respectivamente, enquanto os demais foram acetato de isobutila, álcool isobutílico, acetato de isoamila, álcool isoamílico, fenetil e álcool fenetílico (Pothimon et al., 2022).

Os subprodutos secos de minimilho (seda) foram utilizados como matéria-prima para a produção de vinho e vinagre, e durante a fermentação foram gerados 39 compostos voláteis no vinho e 43 voláteis no vinagre. Alguns compostos orgânicos voláteis foram comuns tanto ao vinho quanto ao vinagre, como o ácido acético, éster etílico, 1-butanol 3-metil, acetona, 1-butanol 3-metil, ácido hexanóico e ácido octanóico, compostos com propriedades antimicrobianas, mostrando uma oportunidade de aplicação desses produtos no campo da segurança alimentar e nutricional. Além disso, foi demonstrada inibição *in vitro* de *E. coli* e *S. aureus* (Krusong et al., 2020).

Foi realizado um experimento com dois vinagres produzidos a partir do meio de cultura sólida descartado do cogumelo *Cordyceps militaris* e arroz. O vinagre de *cordyceps* apresentou teores mais elevados de ácidos tartárico, metanoico, láctico e orgânico total em



comparação com o vinagre de arroz. Além disso, o vinagre de *cordyceps* exibiu maior atividade antioxidante, bem como maiores níveis de cordycepin, adenosina, aminoácidos livres doces e umami, ésteres e ácidos (Liu et al., 2018).

Observa-se na **Tabela 1** que o uso de subprodutos do processamento de vegetais para produção de vinagre é incomum. Assim, os estudos científicos se concentram principalmente, mas não apenas, no uso de frutas e vegetais, especialmente subprodutos de frutas, demonstrando assim a necessidade de mais estudos aplicando subprodutos de vegetais para produção de vinagres. Além disso, é importante destacar que os vinagres podem ser produzidos tanto por fermentação inoculada quanto espontânea, e que o método de fermentação, cultura e envelhecimento influenciam nas características do vinagre e, conseqüentemente, em sua aplicação na saúde.

3.6 Vinagres balsâmicos

O vinagre balsâmico de *Modena*, que é um vinagre com indicação geográfica protegida, e o vinagre balsâmico tradicional de *Modena e Reggio Emilia*, que tem denominação de origem protegida, são produtos típicos italianos obtidos a partir da fermentação alcoólica e acética de mostos de uvas cozidos e concentrados, mas para o vinagre balsâmico de *Modena* é permitido adicionar vinagre de vinho e corante caramelo, enquanto para o vinagre balsâmico tradicional de *Modena e Reggio Emilia* é permitido usar apenas mosto de uva cozida e inoculação de colônias de bactérias acéticas. Outra diferença diz respeito ao processo de maturação e envelhecimento, que para o Vinagre Balsâmico de Modena é realizado em barris de madeira por 60 dias, enquanto para o Vinagre Balsâmico Tradicional ocorre em barris de madeira por pelo menos 12 anos (Ubeda et al., 2012).

Na União Européia (UE) o termo “indicação geográfica” é comumente utilizado para indicar um regulamento que pretende padronizar a produção, aceitação e certificação de produtos alimentícios. Existem três formatos diferentes para indicações geográficas e especialidades tradicionais na UE (denominação de origem protegida, DOP; indicação geográfica protegida, IGP; e especialidade tradicional garantida, ETG) (Cirlini et al., 2011).

A palavra “balsâmico” tem sua origem na palavra bálsamo, que está relacionada a uma pomada medicinal e era usada para combater a peste e foi mencionada pela primeira vez



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



no século XI (Sinanoglou et al., 2018). O vinagre balsâmico de *Modena* é geralmente vendido em garrafas de 250ml, e o vinagre balsâmico tradicional de Modena em garrafas de 100ml (Bertelli et al., 2015). São vinagres de renome mundial, mas exigem um longo período de produção e apresentam preços elevados, que não correspondem às necessidades do mercado globalizado. Na Itália, novos balsâmicos estão sendo estudados e comercializados para oferecer experiências de sabor a um preço mais acessível (Lalou et al., 2020). Com a intenção de preservar sua qualidade, tradição e origem, no ano 2000 os produtos balsâmicos receberam uma denominação de origem protegida, que permite produtos denominados “vinagre balsâmico tradicional de Modena” ou “vinagre balsâmico tradicional de Reggio Emilia” e “vinagre balsâmico de Modena” ” que só podem ser produzidos nessas províncias da Itália (Cirlini et al., 2011).

Nos vinagres balsâmicos predominam os ácidos orgânicos, formados pela oxidação dos álcoois causada por bactérias acéticas. Os ácidos orgânicos voláteis em maior concentração são ácido acético, ácido benzóico, ácido isovalérico, ácido fenilacético, ácido isobutírico e ácido octanóico (Lalou et al., 2020). Num estudo com vinagre balsâmico, à medida que o vinagre maturava, os ácidos orgânicos aumentavam significativamente (Marrufo-Curtido et al., 2012) e durante o armazenamento de 12 meses em barris de carvalho aumentou os fenóis totais de 441 para 1024 mg EAG/g (Cocchi et al., 2002). Compostos furânicos também aparecem nos vinagres balsâmicos, como hidroximetilfurfural, furfural, 5-acetoximetilfurfural, 5-metilfurfural e 2-acetilfurano, devido ao aquecimento de soluções de glicose, sendo formados por reações de Maillard, ou pela reação com barris ou pela adição de corante caramelo (Marrufo-Curtido et al., 2012).

Nos vinagres balsâmicos são identificados compostos fenólicos voláteis, estando em maior quantidade que nos outros vinagres, sendo o principal fenólico o ácido gálico, que apresenta um aumento do seu teor durante a maturação em tonéis de castanheiro. Os balsâmicos têm a maior atividade antioxidante em comparação com outros vinagres.

Além do ácido gálico, outros ácidos principais são o ácido protocatecuico, o ácido cafeico e o ácido p-cumárico (Callejón et al., 2010; Chinnici et al., 2009). As análises de aminas biogênicas foram realizadas em vários tipos de vinagres, e o vinagre balsâmico apresentou



a maior porcentagem qualitativa e quantitativa de amins biogênicas, com as maiores concentrações de histamina, agmatina e putrescina (Ordóñez et al., 2013).

Foram apresentadas diferenças entre os balsâmicos, sendo apresentados detalhes sobre a produção, o envelhecimento e os componentes químicos desses vinagres, bem como informações sobre as indicações geográficas e as especialidades tradicionais na União Europeia, além de destacar os compostos fenólicos voláteis e a alta atividade antioxidante dos vinagres balsâmicos em comparação com outros vinagres.

No entanto, seria útil explorar mais estudos que fornecessem informações sobre os métodos de envelhecimento específicos, bem como sobre o impacto das diferenças nos métodos de produção na qualidade e no sabor do produto. Além disso, faz-se necessário estudos sobre as possíveis implicações ambientais e sociais da produção desses vinagres, especialmente no que diz respeito ao uso de madeira para envelhecimento.

3.7 Uso de vinagre como conservante

O vinagre é usado na preparação de alimentos e é aplicado em *picles*, maionese e outros alimentos ou conservas. Suas características fenólicas totais, antioxidantes e antimicrobianas variam de acordo com as matérias-primas e métodos de produção, além disso, seu efeito antimicrobiano pode estar associado a ácidos orgânicos, sendo o principal deles o ácido acético, mas também tartárico, fórmico, láctico, cítrico e málico (Sengun et al., 2019). Os resultados de um estudo publicado em 2021 demonstraram que a marinada à base de vinagre de frutas orgânicas pode ser usada para melhorar a segurança e a qualidade da carne, o microrganismo mais sensível foi *Listeria monocytogenes*, enquanto o mais resistente foi *Salmonella entérica serovar Typhimurium*. O vinagre orgânico mais eficaz contra todos os patógenos foi a formulação preparada com vinagre de rosa mosqueta, que possui o maior valor de acidez de $1,43 \pm 0,07\%$ (Sengun et al., 2021).

Na China, marcas comerciais de vinagre foram testadas usando HPLC-UV de fase reversa e o ácido benzóico e a sacarina sódica foram identificados e usados como conservante e adoçante, respectivamente (Cheng et al., 2020).

A irrigação com água não tratada contamina vegetais, então tomates e alface foram testados aplicando vinagre de limão e o vinagre foi efetivo contra a contaminação da



superfície foliar das folhas de alface sem causar danos (Mohd et al., 2018). A jaca foi examinada quanto à contaminação por *Pantoea agglomerans* e a inibição da contaminação da superfície com vinagre de arroz, tanto na forma líquida quanto na forma de vapor, foi testada in vitro com resultados satisfatórios e excelente aceitação sensorial dos vegetais tratados (Pothimon et al., 2021). Portanto, é viável explorar novos estudos com vinagres e que sejam sanitizantes e assim avançar em relação ao desenvolvimento de compostos que contribuam para o controle de qualidade das indústrias.

As características do vinagre e seu uso como conservante e agente antimicrobiano é apresentado em diferentes alimentos. Os resultados exemplificam a eficácia do vinagre no controle de contaminação bacteriana em carne, tomate, alface e jaca. Além disso, é mencionado que diferentes tipos de vinagre podem ter diferentes valores de acidez e, portanto, diferentes níveis de eficácia no controle de patógenos.

É importante abordar em futuros artigos questões como a confiabilidade das técnicas empregadas, a aplicabilidade dos resultados em outros tipos de alimentos e os possíveis efeitos do uso de vinagre como conservante na saúde humana. Ademais, é necessário discutir também as potenciais desvantagens do uso de vinagre como conservante, incluindo possíveis mudanças no sabor e na textura dos alimentos.

4 CONCLUSÕES

Os processos fermentativos, em particular a fermentação alcoólica e a acética, podem ser aplicados a várias matérias-primas de origem vegetal, incluindo subprodutos da transformação alimentar, e assim desenvolver novos produtos, como por exemplo os vinagres, através de variados métodos de produção, incluindo submerso, rápido, e o método de superfície, podendo recorrer a fermentações espontâneas ou inoculadas.

Dependendo da escolha das culturas e do método utilizado, é possível obter vinagres com características completamente distintas, ampliando as possibilidades de estudos.

É comprovado que os vinagres possuem potencial funcional, contribuindo no combate e prevenção de diversas patologias citadas durante a revisão da literatura, porém os estudos estão mais voltados para avaliar seus efeitos em camundongos. Assim, como perspectiva futura, torna-se necessário e importante que mais estudos sejam realizados a partir da variação de matérias-primas, variação de métodos de processamento do vinagre, sendo



importante uma avaliação de seus aspectos funcionais aplicados em seres humanos. Com isso, é possível explorar ainda mais a ação do vinagre com relação a microrganismos patogênicos e deteriorantes.

REFERÊNCIAS

Adebayo-Oyetero, A. O., Adenubi, E., Ogundipe, O. O., Bankole, B. O., & Adeyeye, S. A. O. (2017). Production and quality evaluation of vinegar from mango. *Cogent Food & Agriculture*, 3(1), 1278193.

Alberti, A., Vieira, R. G., Drilleau, J. F., Wosiacki, G., & Nogueira, A. (2011). Apple wine processing with different nitrogen contents. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 54(3), 551–558.

Almeida, I. C., Pacheco, T. F., Machado, F., & Gonçalves, S. B. (2022). Evaluation of different strains of *Saccharomyces cerevisiae* for ethanol production from high-amylopectin BRS AG rice (*Oryza sativa* L.). *Scientific Reports*, 12(1), 1–15.

Barbosa, C. D., Costa, E. C. da, Costa, I. M., Lacerda, I. C. A., & Lopes, E. de S. O. (2020). Obtenção e caracterização de vinagre de manga pelo método de acetificação de Orleans. *Research, Society and Development*, 9(8), 15.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Instrução normativa No 6, de 3 de abril de 2012 - Estabelecer os padrões de identidade e qualidade e a classificação dos fermentados acéticos. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento 2012 p. 262. (2012). Available from: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/instrucao-normativa-no-6-de-3-de-abril-de-2012.pdf/view>

Callejón, R. M., Torija, M. J., Mas, A., Morales, M. L., & Troncoso, A. M. (2010). Changes of volatile compounds in wine vinegars during their elaboration in barrels made from different woods. *Food Chemistry*, 120(2), 561–571.

Cavdaroglu, C., & Ozen, B. (2021). Authentication of Vinegars with Targeted and Non-targeted Methods. *Food Reviews International*, 00(00), 1–18.

Chen, Y., Bai, Y., Li, D., Wang, C., Xu, N., & Hu, Y. (2017). Improvement of the Flavor and Quality of Watermelon Vinegar by High Ethanol Fermentation using Ethanol-Tolerant Acetic Acid Bacteria. *International Journal of Food Engineering*, 13(4).



Chen, Y., Huang, Y., Bai, Y., Fu, C., Zhou, M., Gao, B., Wang, C., Li, D., Hu, Y., & Xu, N. (2017). Effects of mixed cultures of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lactobacillus plantarum* in alcoholic fermentation on the physicochemical and sensory properties of citrus vinegar. *Lwt*, *84*, 753–763.

Cheng, Z., Ran, Q., Liu, J., Deng, X., Qiu, H., Jia, Z., & Su, X. (2020). Rapid Determination for Benzoic Acid, Sorbic Acid, Phenyllactic Acid, Phenylalanine, and Saccharin Sodium in Vinegar by High-Performance Liquid Chromatography–UV. *Food Analytical Methods*, *13*(8), 1673–1680.

Chinnici, F., Guerrero, E. D., Sonni, F., Natali, N., Marín, R. N., & Riponi, C. (2009). Gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) characterization of volatile compounds in quality vinegars with protected European geographical indication. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(11), 4784–4792.

Chochevska, M., Jančovska Seniceva, E., Kostadinović Veličkovska, S., Naumova-leĭĭa, G., Mirčeski, V., Rocha, J. M. F., & Esatbeyoglu, T. (2021). Electrochemical determination of antioxidant capacity of traditional homemade fruit vinegars produced with double spontaneous fermentation. *Microorganisms*, *9*(9).

Cirlini, M., Caligiani, A., Palla, L., & Palla, G. (2011). HS-SPME/GC-MS and chemometrics for the classification of Balsamic Vinegars of Modena of different maturation and ageing. *Food Chemistry*, *124*(4), 1678–1683.

Cocchi, M., Lambertini, P., Manzini, D., Marchetti, A., & Ulrici, A. (2002). Determination of carboxylic acids in vinegars and in aceto balsamico tradizionale di modena by HPLC and GC methods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *50*(19), 5255–5261.

da Rocha Neves, G. A., Machado, A. R., Santana, J. F., da Costa, D. C., Antoniosi Filho, N. R., Viana, L. F., Silva, F. G., Spinosa, W. A., Soares Junior, M. S., & Caliari, M. (2021). Vinegar from *Anacardium othonianum* Rizzini using submerged fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *101*(7), 2855–2862.

Dias, D. R., Silva, M. S., de Souza, A. C., Magalhães-Guedes, K. T., Ribeiro, F. S. de R., & Schwan, R. F. (2016). Vinegar production from jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba*) fruit using immobilized acetic acid bacteria. *Food Technology and Biotechnology*, *54*(3), 351–359.



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Es-sbata, I., Castro, R., Zouhair, R., & Durán-Guerrero, E. (2022). Effect of the type of acetic fermentation process on the chemical composition of prickly pear vinegar (*Opuntia ficus-indica*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*.

Fernandes, A. C. F., de Souza, A. C., Ramos, C. L., Pereira, A. A., Schwan, R. F., & Dias, D. R. (2019). Sensorial, antioxidant and antimicrobial evaluation of vinegars from surpluses of physalis (*Physalis pubescens* L.) and red pitahaya (*Hylocereus monacanthus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(5), 2267–2274.

European comitte - Standard B. Vinegar - Product made from liquids os agricultural origin - definitions, requirements, marking BS EN 13188:2000. (2000). Recuperado de: <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/f34ba9a0-81ac-40f5-9d4d-e2c5824d88c6/en-13188-2000>

Gallo Júnior, C. A. (2018). Estudo da fermentação alcoólica e acética a partir da polpa de araticum (*Annona crassiflora* Mart.) Tese de Doutorado. Programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos [UNICAMP]. http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/CAMP_29c32961c99952052ccda3f93c262007

Ghosh, S., Chakraborty, R., Chatterjee, A., & Raychaudhuri, U. (2014). Optimization of media components for the production of palm vinegar using response surface methodology. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(4), 550–558.

Gong, C., He, Y., Tang, Y., Hu, R., Lv, Y., Zhang, Q., Tardy, B. L., Richardson, J. J., He, Q., Guo, J., & Chi, Y. (2021). Biofilms in plant-based fermented foods: Formation mechanisms, benefits and drawbacks on quality and safety, and functionalization strategies. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 116, pp. 940–953).

Hidalgo, C., Torija, M. J., Mas, A., & Mateo, E. (2013). Effect of inoculation on strawberry fermentation and acetification processes using native strains of yeast and acetic acid bacteria. *Food Microbiology*, 34(1), 88–94.

Hutchinson, U. F., Jolly, N. P., Chidi, B. S., Ngongang, M. M., & Ntwampe, S. K. O. (2019). Vinegar Engineering: a Bioprocess Perspective. *Food Engineering Reviews*, 11(4), 290–305.

IMARC Group (2022). Vinegar Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2022-2027.



- Ishihara, S., Inaoka, T., Nakamura, T., Kimura, K., Sekiyama, Y., & Tomita, S. (2018). Nuclear magnetic resonance- and gas chromatography/mass spectrometry-based metabolomic characterization of water-soluble and volatile compound profiles in cabbage vinegar. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 126(1), 53–62.
- Krusong, W., Sripochanart, W., Suwapanich, R., Mekkerdchoo, O., Sriprom, P., Wipatanawin, A., & Massa, S. (2020). Healthy dried baby corn silk vinegar production and determination of its main organic volatiles containing antimicrobial activity.
- Lalou, S., Hatzidimitriou, E., Papadopoulou, M., Kontogianni, V. G., Tsiafoulis, C. G., Gerothanassis, I. P., & Tsimidou, M. Z. (2015). Beyond traditional balsamic vinegar: Compositional and sensorial characteristics of industrial balsamic vinegars and regulatory requirements. *Journal of Food Composition and Analysis*, 43, 175–184.
- Lalou, S., Mantzouridou, F. T., & Tsimidou, M. Z. (2020). Challenges in the Production Line of New-Generation Balsamic Vinegars. In *Biotechnological Progress and Beverage Consumption: Volume 19: The Science of Beverages*. Academic Press.
- Lee, J. H., Cho, H. D., Jeong, J. H., Lee, M. K., Jeong, Y. K., Shim, K. H., & Seo, K. II. (2013). New vinegar produced by tomato suppresses adipocyte differentiation and fat accumulation in 3T3-L1 cells and obese rat model. *Food Chemistry*, 141(3), 3241–3249.
- Lee, M. Y., Kim, H. Y., Lee, D. E., Singh, D., Yeo, S. H., Baek, S. Y., Park, Y. K., & Lee, C. H. (2017). Construing temporal metabolomes for acetous fermentative production of *Rubus coreanus* vinegar and its in vivo nutraceutical effects. *Journal of Functional Foods*, 34, 311–318.
- Lee, S., Lee, J. A., Park, G. G., Jang, J. K., & Park, Y. S. (2017). Semi-continuous fermentation of onion vinegar and its functional properties. *Molecules*, 22(8), 1–16.
- Li, Y., He, D., Niu, D., & Zhao, Y. (2015). Acetic acid production from food wastes using yeast and acetic acid bacteria micro-aerobic fermentation. *Bioprocess and Biosystems Engineering*, 38(5), 863–869.
- Liu, L., Chen, Y., Luo, Q., Xu, N., Zhou, M., Gao, B., Wang, C., & Shi, Y. (2018). Fermenting liquid vinegar with higher taste, flavor and healthy value by using discarded *Cordyceps militaris* solid culture medium. *LWT*, 98, 654–660.
- Luzón-Quintana, L. M., Castro, R., & Durán-Guerrero, E. (2021). Biotechnological processes in fruit vinegar production. *Foods*, 10(5).



- Marrufo-Curtido, A., Cejudo-Bastante, M. J., Durán-Guerrero, E., Castro-Mejías, R., Natera-Marín, R., Chinnici, F., & García-Barroso, C. (2012). Characterization and differentiation of high-quality vinegars by stir bar sorptive extraction coupled to gas chromatography-mass spectrometry (SBSE-GC-MS). *Lwt*, 47(2), 332–341.
- Mazza, S., & Murooka, Y. (2009). Vinegars through the ages. *Vinegars of the World*, 17–39.
- Minnaar, P., Jolly, N., Beukes, L., & Benito, S. (2021). Effect of alcoholic and acetous fermentations on the phenolic acids of Kei-apple (*Dovyalis caffra* L.) fruit. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 101(10), 4315–4320.
- Miranda, L. C. R., Gomes, R. J., Mandarino, J. M. G., Ida, E. I., & Spinosa, W. A. (2020). Acetic acid fermentation of soybean molasses and characterisation of the produced vinegar. *Food Technology and Biotechnology*, 58(1), 84–90.
- Mohamad, N. E., Abu, N., Yeap, S. K., Lim, K. L., Romli, M. F., Sharifuddin, S. A., Long, K., & Alitheen, N. B. (2019). Apoptosis and metastasis inhibitory potential of pineapple vinegar against mouse mammary gland cells in vitro and in vivo. *Nutrition and Metabolism*, 16(1), 1–13.
- Mohamad, N. E., Yeap, S. K., Lim, K. L., Yusof, H. M., Beh, B. K., Tan, S. W., Ho, W. Y., Sharifuddin, S. A., Jamaluddin, A., Long, K., Nik Abd Rahman, N. M. A., & Alitheen, N. B. (2015). Antioxidant effects of pineapple vinegar in reversing of paracetamol-induced liver damage in mice. *Chinese Medicine (United Kingdom)*, 10(1), 1–10.
- Mohd, R. K. A., El-ariqi, S. N. S., & El-zumair, M. A. (2018). Evaluation of vinegar and Limon fruits juice on bacterial contamination surface of lettuce and tomato. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 312–314.
- Molelekoa, T. B. J., Regnier, T., Da Silva, L. S., & Augustyn, W. A. (2018). Potential of marula (*Sclerocarya birrea* subsp. *caffra*) waste for the production of vinegar through surface and submerged fermentation. *South African Journal of Science*, 114(11–12), 1–6.
- Mudura, E., Coldea, T. E., Socaciu, C., Ranga, F., Pop, C. R., Rotar, A. M., & Pasqualone, A. (2018). Brown beer vinegar: A potentially functional product based on its phenolic profile and antioxidant activity. *Journal of the Serbian Chemical Society*, 83(1), 19–30.
- Ordóñez, J. L., Callejón, R. M., Morales, M. L., & García-Parrilla, M. C. (2013). A survey of biogenic amines in vinegars. *Food Chemistry*, 141(3), 2713–2719.



- Pothimon, R., Krusong, W., Daetae, P., Tantratian, S., & Gullo, M. (2022). Determination of antifungal volatile organic compounds of upland rice vinegar and their inhibition effects on *Aspergillus flavus* in dried chili pepper. *Food Bioscience*, *46*, 101543.
- Pothimon, R., Podjane, U., Krusong, W., Thompson, A. K., & Massa, S. (2021). Inhibition of *Pantoea agglomerans* contamination of fresh-cut jackfruit by exposure to weak organic acid vapors. *Lwt*, *139*(July), 110586.
- Prisacaru, A. E., Ghinea, C., Apostol, L. C., Ropciuc, S., & Ursachi, V. F. (2021). Physicochemical characteristics of vinegar from Banana peels and commercial vinegars before and after in vitro digestion. *Processes*, *9*(7), 1–14.
- Ríos-Reina, R., Camiña, J. M., Callejón, R. M., & Azcarate, S. M. (2021). Spectralprint techniques for wine and vinegar characterization, authentication and quality control: Advances and projections. *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, *134*.
- Sengun, I. Y., Goztepe, E., & Ozturk, B. (2019). Efficiency of marination liquids prepared with koruk (*Vitis vinifera* L.) on safety and some quality attributes of poultry meat. *LWT*, *113*, 108317.
- Sengun, I. Y., Yildiz Turp, G., Cicek, S. N., Avci, T., Ozturk, B., & Kilic, G. (2021). Assessment of the effect of marination with organic fruit vinegars on safety and quality of beef. *International Journal of Food Microbiology*, *336*.
- Shishehbor, F., Mansoori, A., & Shirani, F. (2017). Vinegar consumption can attenuate postprandial glucose and insulin responses; a systematic review and meta-analysis of clinical trials. *Diabetes Research and Clinical Practice*, *127*, 1–9.
- Sinanoglou, V. J., Zoumpoulakis, P., Fotakis, C., Kalogeropoulos, N., Sakellari, A., Karavoltos, S., & Strati, I. F. (2018). On the characterization and correlation of compositional, antioxidant and colour profile of common and balsamic vinegars. *Antioxidants*, *7*(10), 1–17.
- Song, Y. R., Shin, N. S., & Baik, S. H. (2014). Physicochemical properties, antioxidant activity and inhibition of α -glucosidase of a novel fermented pepper (*Capsicum annuum* L.) leaves-based vinegar. *International Journal of Food Science and Technology*, *49*(11), 2491–2498.



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Tesfaye, W., Morales, M. L., García-Parrilla, M. C., & Troncoso, A. M. (2002). Wine vinegar: Technology, authenticity and quality evaluation. *Trends in Food Science and Technology*, 13(1), 12–21.

Ubeda, C., Callejón, R. M., Troncoso, A. M., Moreno-Rojas, J. M., Peña, F., & Morales, M. L. (2012). Characterization of odour active compounds in strawberry vinegars. *Flavour and Fragrance Journal*, 27(4), 313–321.

Wang, B., Tan, F., Chu, R., Li, G., Li, L., Yang, T., & Zhang, M. (2021). The effect of non-Saccharomyces yeasts on biogenic amines in wine. *Trends in Food Science and Technology*, 116(May), 1029–1040.

Wang, L., Zhou, Y., Liu, Y., & Chen, H. (2021). N₂ periodic pulsation process intensification to improve ethanol productivity in solid state fermentation of steam-exploded corn stalk. *Renewable Energy*, 169, 1058–1065.

Wang, X., Zou, W., Kamal, G. M., Wang, J., Zhou, M., Chen, L., Jiang, B., Khalid, M., Zhang, X., & Liu, M. (2020). An untargeted ¹³C isotopic evaluation approach for the discrimination of fermented food matrices at natural abundance: Application to vinegar. *Talanta*, 210(September 2019), 120679.

Wu, X., Yao, H., Cao, X., Liu, Q., Cao, L., Mu, D., Luo, S., Zheng, Z., Jiang, S., & Li, X. (2017). Production of vinegar from purple sweet potato in a liquid fermentation process and investigation of its antioxidant activity. *3 Biotech*, 7(5).

Yun, Y. R., Park, B. Y., Kim, S. H., & Jung, J. H. (2021). Antioxidant, anti-obesity, and anti-aging activities of jeju citrus blended vinegar. *Foods*, 10(7).

Zilioli, E. (2011). Composição Química e Propriedades funcionais no Processamento de Vinagres [Tese de Doutorado]. Universidade Estadual de Campinas.



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Prato típico de Foz do Iguaçu-PR, existe? Algumas reflexões a partir do Pirá de Foz

Typical dish from Foz do Iguaçu-PR, does it exist? Some reflections from Pirá de Foz

Emilli de Souza Silva¹, André Roberto Da Silva Lima¹, Jade Melina Zamarchi¹, Paola Stefanutti¹

¹Instituto Federal do Paraná, CEP 85860-000, Foz do Iguaçu, Brasil

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo problematizar se o Pirá de Foz pode ser considerado o prato típico de Foz do Iguaçu. Foi realizada pesquisa qualitativa de cunho exploratório e descritivo, cujos procedimentos foram pesquisas bibliográficas, documentais e de levantamento, pretendendo o alcance do objetivo proposto. Identificou-se qual prato típico da cidade está presente nos blogs de turismo e mídia, assim como também se averiguou a atual oferta do Pirá de Foz nos restaurantes turísticos da cidade. Ainda, verificou-se a expressividade e o reconhecimento do Pirá de Foz perante a comunidade local por meio da aplicação de questionário online. Os resultados demonstraram que o Pirá de Foz é descrito como o prato típico da cidade nos blogs de turismo, na mídia e em trabalhos acadêmicos, porém possui irrelevante oferta entre os estabelecimentos gastronômicos turísticos da cidade. A maioria dos moradores não conhecem o Pirá de Foz e um número insignificante já o degustou. Pode-se concluir, assim, que a comunidade de Foz do Iguaçu não reconhece este prato enquanto símbolo da sua gastronomia local e o mesmo não deve ser denominado enquanto prato típico da cidade.

Palavras-chave: Gastronomia. Turismo Gastronômico. Alimentação.

Abstract: The paper aims to problematize whether Pirá de Foz can be considered the typical dish of Foz do Iguaçu. Qualitative research of an exploratory and descriptive nature was carried out, whose procedures were bibliographical, documental and survey research, intending to reach the proposed objective. It was identified which typical dish of the city is present in the tourism and media blogs, as well as the current offer of Pirá de Foz in the tourist restaurants of the city. Also, the expressiveness and recognition of Pirá de Foz before the local community was verified through the application of an online questionnaire. The results showed that Pirá de Foz is described as the typical dish of the city in tourism blogs, in the media and in academic works, but it has an irrelevant offer among the tourist gastronomic establishments in the city. Most residents do not know Pirá

¹ Email: emilliss@hotmail.com



de Foz and an insignificant number have already tasted it. It can therefore be concluded that the community of Foz do Iguaçu does not recognize this dish as a symbol of its local cuisine and it should not be called a typical dish of the city.

Keywords: Gastronomy. Gastronomic Tourism. Feed.

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Foz Iguaçu, localizada no extremo oeste do estado do Paraná, encontra-se na fronteira entre o Brasil, o Paraguai e a Argentina, em uma posição estratégica na América Latina. Esta é uma das nove tríplices fronteiras do Brasil, sendo a mais importante em termos demográficos e econômicos.

Os atributos naturais como as Cataratas do Iguaçu, a engenharia moderna como a Usina Hidrelétrica de Itaipu, o comércio internacional principalmente com o Paraguai e a diversidade cultural fazem parte do cenário de Foz do Iguaçu e fomentam uma das suas principais atividades econômicas: o turismo. Aliás, o município brasileiro foi considerado o terceiro mais visitado por turistas estrangeiros no quesito lazer no território nacional, segundo dados do Ministério do Turismo (Brasil, 2019).

Com o crescimento da competição entre os destinos turísticos, a cultura local tem se tornado um diferencial e uma fonte cada vez mais valiosa de novos produtos e atividades para atrair turistas. Mesmo destinos consolidados buscam ampliar o leque de atrativos com o objetivo de aumentar a permanência do turista na localidade, sendo que a gastronomia tem desempenhado um papel particularmente importante neste cenário, não só porque a comida é fundamental para a experiência turística, mas também porque a gastronomia pode se tornar a motivação do deslocamento para o destino (Stefanutti, 2020).

Uma das ferramentas para fomentar a gastronomia de um destino turístico é a promoção de comidas e bebidas que se ligam a história e ao contexto cultural de um determinado grupo, constituindo uma tradição que se torna símbolo de sua identidade. Essas comidas muitas vezes são denominadas de pratos típicos.

Neste sentido, no ano de 1996, Foz do Iguaçu elegeu seu prato típico, o chamado “Pirá de Foz”, por meio de um concurso gastronômico. O prato é preparado com peixe surubim,



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



molho de gengibre, purê de mandioca e arroz com espinafre, tendo como seu idealizador um cozinheiro do Hotel Bourbon Cataratas (Foz do Iguaçu, s/a).

Após vinte e sete anos, o que teria acontecido com esse “prato típico” nascido em um concurso? A criação do prato deu certo? Ele se tornou símbolo da gastronomia de Foz do Iguaçu? Ele remete a gastronomia e a cultura local? Ele é reconhecido pelos seus habitantes e consumido por eles? Os estabelecimentos gastronômicos do município oferecem este prato? A mídia divulga este prato enquanto prato típico da cidade? Ele está presente nos blogs de turismo, mídia e em trabalhos acadêmicos? Este seria o prato típico de Foz do Iguaçu? A seguir busca-se responder essas perguntas.

Portanto, objetiva-se neste trabalho problematizar se o Pirá de Foz pode ser considerado o prato típico de Foz do Iguaçu. Como objetivos específicos propõem-se identificar o mencionado prato nos blogs de turismo, mídia e em trabalhos acadêmicos; verificar a atual oferta do Pirá de Foz nos cardápios dos restaurantes turísticos da cidade; e averiguar a expressividade e o reconhecimento deste prato perante a comunidade local.

O artigo está estruturado da seguinte forma: revisão bibliográfica sobre cultura, pratos típicos e turismo, logo após são apresentados os procedimentos metodológicos do artigo. A seguir são discutidos os principais resultados divididos nos subitens: Pirá de Foz: história e definições; Pratos típicos de Foz do Iguaçu-PR nos blogs de turismo, na mídia e em trabalhos acadêmicos; Pirá de Foz nos restaurantes da cidade de Foz do Iguaçu; Pirá de Foz e a sua representatividade na comunidade local. Finaliza-se com as conclusões.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de abordagem qualitativa de cunho exploratório e descritivo, cujos procedimentos foram pesquisas bibliográficas, documentais e de levantamento, pretendendo o alcance do objetivo proposto. Segundo Gil (2002) a pesquisa exploratória permite uma maior proximidade com o objeto de pesquisa podendo promover hipóteses e aperfeiçoando ideias. Complementarmente o mesmo autor descreve a pesquisa descritiva como o detalhamento do fenômeno a ser abordado.

Averiguando a necessidade de colher dados para o embasamento do trabalho, realizou-se três frentes de pesquisa, conforme segue:



Tabela 01. Pesquisa qualitativa quanto aos procedimentos

| Objetivo específico | Tipo de pesquisa quanto aos procedimentos | Estratégia de coleta e análise de dados |
|---|---|---|
| Discutir sobre pratos típicos e turismo | Revisão bibliográfica | Pesquisa em bases de dados científicos |
| Identificar o Pirá de Foz nos blogs de turismo, mídia e em trabalhos acadêmicos | Documental e revisão bibliográfica | Busca no google com as seguintes palavras: "Prato Típico Foz do Iguaçu". Pesquisa em bases de dados científicos para levantamento dos trabalhos acadêmicos. |
| Verificar a atual oferta do Pirá de Foz nos cardápios dos restaurantes turísticos da cidade | Documental e levantamento | Levantamento dos restaurantes "turísticos por meio do cadastro no Cadastur. Com um total de 168 estabelecimentos. Consulta aos cardápios online disponibilizados nas redes sociais dos restaurantes da lista, contato telefônico e whatsapp. Ampliação do recorte inicial dos restaurantes. |
| Averiguar a expressividade e o reconhecimento deste prato perante a comunidade local. | Levantamento | Aplicação de questionário anônimo utilizando a ferramenta do Google Forms, tendo como público-alvo moradores de Foz do Iguaçu com idade igual ou maior a 18 anos. Com um total de 504 respondentes habilitados. |

Fonte: Elaborado pelo autor

As pesquisas aplicadas foram direcionadas primeiramente ao ambiente digital, por meio de buscas por blogs de viagens e afins. Foi identificado que o Pirá de Foz está nas mídias como sendo o prato típico de Foz do Iguaçu. No segundo momento, após a averiguação dos primeiros resultados, foi aplicado uma pesquisa ao mercado de restaurantes típicos



de Foz do Iguaçu para identificar onde o referido prato é servido. Foi identificado que nenhum restaurante turístico de Foz do Iguaçu o servia.

Diante do exposto, a pesquisa foi ampliada para restaurantes não considerados turísticos. Por meio de captação de informações via ligação, indicação de pessoas e visita aos estabelecimentos, foram encontrados três restaurantes que servem o Pirá de Foz.

Por fim, foi realizada uma pesquisa com a comunidade local de Foz do Iguaçu para saber o que ela sabe sobre o prato típico. Essa frente da pesquisa trouxe a realidade de que a comunidade de Foz do Iguaçu não reconhece o prato como sendo símbolo de sua tradição e herança e ainda sugeriu tantos outros pratos como o representante da comunidade iguaçuense.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cultura, pratos típicos e turismo

A alimentação é uma necessidade vital de todos os homens, tendo sido muitas vezes compreendida como algo natural. Entretanto, conforme menciona o historiador Massimo Montanari (2008, p.15) “os valores de base do sistema alimentar não se definem em termos de ‘naturalidade’, mas como resultado e representação de processos culturais que preveem a domesticação, a transformação, a reinterpretação da natureza”.

Pode-se dizer que a “comida é cultura” em todo seu percurso até a boca do ser humano: quando produzida, pois, muito além de comermos o que encontramos na natureza, criamos nosso próprio alimento; quando preparada, transformando os alimentos por meio de técnicas que expressam as práticas da cozinha; e quando consumida, uma vez que podemos escolher o que, com quem, como, quando e onde comer.

Concordando, Bonin e Rolim (1991, p.76) ressaltam que “os hábitos alimentares se traduzem na forma de seleção, preparo e ingestão de alimentos, que não são o espelho, mas se constituem na própria imagem da sociedade”. Assim, as decisões ligadas à alimentação são passíveis às mudanças sociais, econômicas e tecnológicas, pois não são definidas de forma isolada, são construídas no mesmo bojo cultural que orienta as demais práticas e disposições do grupo pertencente. Desta maneira, reitera-se que “mesmo cru e colhido diretamente da árvore, o fruto já é um alimento culturalizado, antes de qualquer preparação e pelo simples fato de ser tido como comestível” (Giard, 1994, p. 232).



Garcia (1999) aponta a ligação da gastronomia com a identidade regional, sendo a alimentação uma linguagem relacionada à cultura regional pelos costumes e comportamentos de um povo. Esse fato inclui suas preparações alimentares, pois o modo de cozinhar está ligado ao modo de vida de um povo.

Brillat-Savarin (1995) ressalta ainda que a gastronomia está condicionada pelos valores culturais e códigos sociais em que as pessoas se desenvolvem, ou seja, sua identidade. Além dessa representatividade, a gastronomia sempre será proporcionadora de prazeres não somente palatais, mas também acrescentando ao homem conhecimentos culturais e, conseqüentemente o status social e a capacidade de convivência e relacionamento com a sociedade.

Entende-se então, a gastronomia típica e tudo a ela relacionado um marcador étnico, aquele que identifica um território, resultante da aliança cultural de formação, colonização ou da própria evolução. São cozinhas que eternizam a influência da cultura gastronômica na vida social e nos costumes. E estão associadas a povos em particular, constituindo aspectos da identidade e sendo a chave simbólica dos costumes (Freitas, 1997).

Além dessa representatividade, as cozinhas de comidas típicas são elementos de valorização da cultura regional, de perpetuação da memória culinária das famílias e podem oferecer ganhos de recursos econômicos, tanto para a indústria como para o comércio local (Flandrin & Montanari, 1996).

Os pratos típicos, desta forma, “constituem uma “cozinha emblemática”, servindo para expressar identidades, sejam elas nacionais, regionais ou locais” (Maciel, 2004, p. 220). Tem-se, assim, o surgimento de pratos que, mais do que representantes de uma cozinha regional terminam por ser tão associados a determinados grupos que passam também a representá-los. A relação imediata que se estabelece entre o pão de queijo e o mineiro, ou entre o acarajé e o baiano são exemplos deste processo, fruto de um reconhecimento sustentado pelo grupo e que é também reconhecido pelos demais.

Portanto, pratos típicos nascem a partir da ideia de uma cozinha emblemática. O emblema consiste em uma figura destinada a representar uma coletividade e faz parte de um discurso que visa o reconhecimento, na medida em que informa sobre o grupo do qual emerge e ao qual pertence. Fruto de relações sociais e objeto de negociações, embora



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



possa parecer cristalizado, ele não o é, pois se relaciona com as vivências do conjunto de indivíduos e em conformidade com estas, pode ser alterado, substituído ou abandonado. Pode-se dizer então que o prato típico é, ou deveria ser, um símbolo de uma cultura, um caminho para a preservação da história de um povo e uma experiência relacional entre o passado e o presente.

A gastronomia típica permite identificar ou transmitir uma cultura. O comportamento relativo à comida revela a cultura em que cada um está inserido, a sua expressão de identidade e até mesmo a ingestão de valores simbólicos. É na alimentação humana que se concretiza a estrutura da sociedade, que se remodela a interação social, socioambiental e as representações socioculturais dos que têm em comum uma mesma cultura. “A abstração conceitual da cultura se concretiza no prato” (Millán, 2002, p. 277-278).

Corroborando com essa construção conceitual, Montanari (2008, p.183) menciona que “Assim como a língua falada, o sistema alimentar contém e transporta a cultura de quem a pratica, é depositário das tradições e da identidade de um grupo”. Trata-se, portanto, de um importante veículo de auto exibição e de “permuta” cultural possivelmente, mais forte do que o próprio idioma – afinal, comer a comida de outros, é mais fácil do que decodificar sua língua.

Como pode ser visto, a tradição, a história, os sabores, as técnicas e as práticas culinárias somadas contribuem para a formação das culturas regionais. Lody (2004) enfatiza que “comer é antes de tudo um ato simbólico, tradutor de sinais, de reconhecimentos formais, de cores, de texturas, de temperaturas, entre outros. Consiste num ato que une memória, desejo, fome, significado, sociabilidade e ritualidade”.

Portanto, as criações típicas não se limitam somente a receitas peculiares, mas envolvem ingredientes, métodos, técnicas, formas de sociabilidade e sistemas de significados que se baseiam, sobretudo, na experiência vivida passada de geração em geração. Como diria Montanari (2008) toda tradição é uma inovação que deu certo, o que provoca uma nova perspectiva sobre a relevância da comida nos processos de formação cultural.

Sendo assim, estudar as características de uma gastronomia típica é uma atividade complexa, pois, quando uma comida se torna típica em uma localidade é porque já faz parte de sua cultura, remonta a ancestralidade, tornando-a representante gastronômico cultural, símbolo de identidade e evidencia as especificidades locais. Diante do exposto,



REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



as práticas alimentares de um povo não decorrem somente do mero instinto de sobrevivência ou do prazer do homem em se alimentar, mas expressam sua história, geografia, clima e organização social. Além da experiência sensorial, tem-se a possibilidade de um consumo simbólico na medida em que, ao degustar um prato típico, o indivíduo consome também um pouco do contexto cultural, que pode permitir inclusive uma conexão nostálgica daquele lugar.

O termo prato típico é ainda mais utilizado no contexto da atividade turística. Dentro do contexto da gastronomia regional nota-se que algumas iguarias terminam por se destacar e, marcadas por determinadas especificidades que sobrevivem ao passar dos tempos, são adaptadas e ressignificadas, mas mantêm uma essência identitária passível de ser reconhecida.

Percebe-se com o passar do tempo, devido a facilidade de informação e pela busca do desconhecido, que surgiram novas motivações para viajar, entre elas destacamos o desejo pelo prazer do ato de comer, que traz em sua essência traços notórios de história, cultura e tradição. Faz-se necessário entender que a gastronomia é um forte atrativo para a escolha de um destino turístico, sobretudo, quando o turista consegue conhecer e experienciar as práticas alimentares locais. Muito mais do que se alimentar, o viajante entra em contato com os traços culturais e artísticos herdados por meio da tradição culinária empregada no preparo do alimento.

Segundo a Organização Mundial do Turismo (s/a) o turismo gastronômico se caracteriza pela experiência do visitante na área da alimentação, abrangendo os produtos consumidos e as atividades realizadas durante a viagem. Além das experiências gastronômicas típicas e/ou inovadoras do seu destino, o turista pode ainda buscar outras atividades como a visita aos produtores locais, participar de festivais gastronômicos e até mesmo aulas de culinária.

Fagliari (2005) aponta que, pratos e produtos típicos são elementos que podem ser facilmente trabalhados de forma a se tornarem atrativos turísticos. A utilização destes elementos vem ao encontro daquilo que é almejado também pelo turismo cultural que demonstra interesse em corroborar a “experiência local” vivida pelos turistas, através das peculiaridades territoriais.



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Como meio de atrair os turistas, inúmeras cidades têm promovido sua gastronomia local, sendo uma dessas vertentes a oferta dos pratos típicos, que em sua essência deveriam ser parte do legado gastronômico-cultural daquele povo.

Ginani (2005) afirma que as receitas regionais são conhecidas e valorizadas por comporem os hábitos alimentares nativos, sendo elaboradas com os ingredientes disponíveis na região e preparadas com técnicas transmitidas de geração em geração.

Neste sentido, quando o turismo quer explorar o prato típico enquanto atrativo, cristaliza-o e pode não respeitar essas tradições, culturas, costumes, simbolismo entre outros. Podendo fomentar inclusive as invenções de tradições que não se conectam com o território, provocando contradições e incoerências com a realidade gastronômica local.

O turista vem com fome de cultura pronto para saborear os mais vastos aspectos da cultura e culinária local, tornando a sua estadia mais do que uma mera viagem, mas também uma vivência completa daquele espaço. Cabe então a todos que compõe determinado território fomentar o turismo gastronômico velando pela sua história, tradição e continuidade dos hábitos culinários locais.

3.2 Pirá de Foz: história e definições

Segundo o site da prefeitura municipal de Foz do Iguaçu os pratos típicos da cidade são o “Dourado Assado” e o “Pirá de Foz”. Segundo o website o “Dourado Assado” é um prato tradicional encontrado em vários restaurantes do município, além de mencionar sobre o evento mais tradicional de Foz do Iguaçu sendo este a “Pesca ao Dourado”. Já o Pirá de Foz foi eleito entre outros pratos à base de peixe como o prato típico iguaçuense após um concurso gastronômico realizado em novembro de 1996, segundo o site da Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu (Foz do Iguaçu, s/a).

O prato é feito com peixe surubim, molho de gengibre, purê de mandioca e arroz com espinafre, tendo como seu idealizador o cozinheiro do Hotel Bourbon Cataratas, Dirceu Vieira dos Santos (Foz do Iguaçu, s/a). Aliás, “pirá” na linguagem tupi-guarani significa peixe.

Essas mesmas informações são encontradas no Inventário da Oferta Turística de Foz do Iguaçu em sua última atualização em 2014. Além destas informações neste Inventário há a descrição da receita, tendo como fonte a Associação dos Gerentes de Alimentos e



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Bebidas da Costa Oeste (AGABCO). A receita foi reescrita no formato de Ficha de Produção, conforme segue:

Figura 01. Ficha de Produção do Pirá de Foz

| FICHA TÉCNICA DE PRODUÇÃO | | | |
|---------------------------|--------------------------|------------|---------|
| Produção | Pirá de Foz | | |
| | INGREDIENTES | Quantidade | Unidade |
| 1 | Filés de peixe (surubim) | 400 | gramas |
| 2 | Água | 500 | ml |
| 3 | Salsinha | 50 | gramas |
| 4 | Cebola (pequena) | 1 | unidade |
| Primeira Guarnição | | | |
| 1 | Mandioca | 300 | gramas |
| 2 | Margarina | 30 | gramas |
| 3 | Leite | 125 | ml |
| 4 | Sal | QB | |
| Segunda Guarnição | | | |
| 1 | Arroz | 100 | gramas |
| 2 | Espinafre | 1 | maço |
| 3 | Óleo | 15 | ml |
| Molho | | | |
| 1 | Cebola | 20 | gramas |
| 2 | Cenoura | 1 | unidade |
| 3 | Pimentão vermelho | 1 | unidade |
| 4 | Gengibre | 20 | gramas |
| 5 | Salsinha | 50 | gramas |
| 6 | Vinho Branco | 60 | ml |
| 7 | Óregano | 7 | gramas |
| 8 | Pimenta Branca (Moida) | QB | |
| 9 | Óleo | 15 | ml |
| 10 | Amido de milho | 5 | gramas |
| 11 | Caldo Peixe | 200 | ml |
| 12 | Sal | QB | |



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



| PRODUÇÃO | |
|-------------|---|
| 1 | Higienize a salsinha, seque na centrifuga, corte em haché. |
| 2 | Higienize a cebola, corte em brunoise. |
| 3 | Limpe e seque o filé peixe. |
| 4 | Leve uma panela ao fogo, regue com óleo, refogue a cebola. |
| 5 | Acrescente o filé. |
| 6 | Coloque a água, deixe cozinhar. |
| 7 | Adicione a salsinha. |
| 8 | Retire os filés cozidos, reserve. |
| 9 | Escorra o caldo do cozido de peixe em um chinoy, Reserve. |
| | |
| 1 | Leve uma panela ao fogo com água, sal, mandioca, deixe cozinhar. |
| 2 | Passa a mandioca cozida em um espremedor. |
| 3 | Volte a massa da mandioca para a panela, com leite, acerte o sal, leve ao fogo. |
| 4 | Faça um purê cremoso. |
| | |
| 1 | Cozinhe o arroz, reserve. |
| 2 | Cozinhe o espinafre com água, sal. |
| 3 | Escorra o espinafre, corte grosseiramente. |
| 4 | Leve uma salteise ao fogo com óleo, arroz cozido, espinafre, salteie. |
| | |
| 1 | Higienize, corte a cebola em julienne. |
| 2 | Higienize, corte a cenoura em julienne. |
| 3 | Higienize o pimentão, retire a pele e sementes, corte em julienne. |
| 4 | Higienize, rale o gengibre. |
| 5 | Higienize a salsinha, seque na centrifuga, corte em haché. |
| 6 | Leve uma caçarola ao fogo, regue com óleo. |
| 7 | Adicione a cebola, cenoura, gengibre, refogue por 3 minutos. |
| 8 | Acrescente o pimentão, pimenta, óregano, caldo de peixe, acerte o sal. |
| 9 | Dissolva o amido de milho no vinho, incorpore ao molho. |
| 10 | Mexa até espessar. |
| FINALIZAÇÃO | |
| 1 | Coloque o molho no prato, acrescente o peixe. |
| 2 | Verse o arroz, o purê, decore com uma flor de cenoura. |

Fonte: Adaptado do Inventário da Oferta Turística (Foz do Iguaçu, 2014)

Buscando enriquecer este estudo com maiores detalhes foram realizadas buscas, de registros históricos acerca da eleição do prato Pirá de Foz como prato típico da cidade de Foz do Iguaçu, em órgãos públicos, websites e contato com servidores municipais.

No dia 28 de abril de 2022 em deslocamento até a Biblioteca Pública Municipal de Foz do Iguaçu não foram encontrados registros de nenhum livro, revista, jornal, publicação ou escrito acerca do Pirá de Foz, assim como, restou infrutífera qualquer pesquisa no acervo digital do órgão.

Durante o processo investigativo do concurso acima citado, obteve-se a informação que um outro concurso para a eleição do prato típico de Foz do Iguaçu havia sido realizado e que o mesmo teria acontecido juntamente ao SESC, unidade de Foz do Iguaçu e que o mesmo teria sido posterior ao concurso que elegeu o Pirá. Então no dia 29 de junho de 2022, os pesquisadores foram até o SESC e atendidos pela secretária obtiveram a informação de que desconheciam a realização de qualquer concurso ou registro de qualquer natureza sobre o Pirá de Foz, bem como também sobre o referido concurso



supostamente realizado por eles, reforçando ainda mais a dificuldade em encontrar registros históricos do prato.

3.3 Pratos típicos de Foz do Iguaçu-PR nos blogs de turismo, na mídia e em trabalhos acadêmicos

Atualmente o turista busca informação prévia do destino na internet, sendo uma das principais fontes os blogs de turismo, viagens e/ou comunicação para verificar o que fazer, onde comer, onde se hospedar, entre outras possibilidades. Diante deste cenário, realizou-se uma busca no Google com as seguintes palavras: "Prato Típico Foz do Iguaçu". Constatou-se que todos os primeiros dezessete blogs indicam o Pirá de Foz como prato típico de Foz do Iguaçu- PR, reforçando que ele é feito com o peixe surubim, temperado com molho de gengibre, guarnecido com purê de mandioca e arroz de espinafre. Os sites pesquisados foram:

Tabela 01. *Blogs* com menção ao “Prato Típico de Foz do Iguaçu”

| | <i>Blog de Viagens</i> | <i>Blog/Turismo</i> | <i>Blog/Comunicação</i> |
|----|------------------------|---------------------|--------------------------|
| 1 | Combo Iguaçu Turismo | Dreams Park show | Top View |
| 2 | Loumar Turismo | | Impalpável |
| 3 | Wyndham Club Brasil | | Viajando com a mala Rosa |
| 4 | Quero Viajar mais | | Siga o Lide |
| 5 | Turistando pelo Paraná | | |
| 6 | Personal Tur | | |
| 7 | Tem Que Ir | | |
| 8 | Férias Brasil | | |
| 9 | 123 Milhas | | |
| 10 | Pure Viagem | | |
| 11 | Guia da semana | | |
| 12 | Tarobá Express | | |

Fonte: Dos autores

Dentre estes sites estudados apenas o Impalpável (Blog/Comunicação), se manifesta quanto a baixíssima popularidade do prato no município, questionando sobre este prato não ser um atrativo turístico gastronômico e tampouco ser intitulado à “típico” pois se opõe a cultura local.

Em porcentagens pode-se afirmar que 94% dos blogs de viagens e turismo reproduzem o Pirá de Foz como prato típico do município e apenas 6% criticam, provocam e se manifestam quanto a popularidade do prato no município.



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Uma outra constatação sobre o Pirá de Foz na mídia é que os (blogs/viagens) Turistando pelo Paraná, Loumar Turismo e Top View indicam os restaurantes Trapiche e Vila Iguassu (Hotel Bogari) como estabelecimentos que servem o prato.

Já o dourado assado foi citado em apenas 12% dos sites como segundo prato típico, sem entusiasmo dos blogs pesquisados. Neste sentido concluiu-se que o prato “Pirá de Foz” aparece nos blogs de turismo, viagens e/ou comunicação que fomentam no turista o interesse em degustar o prato típico local.

Utilizando esta mesma metodologia verificou-se que as primeiras matérias de jornal que aparecem no google quando pesquisas das palavras “Prato Típico Foz do Iguaçu”, apontam o Pirá de Foz como o prato típico do município, exaltam o peixe como o astro e fomentam aos leitores o interesse em conhecê-lo, disponibilizando as receitas originais do prato nos sites Globo (2021) e H2Foz (2005).

O Pirá de Foz também aparece em trabalhos acadêmicos. Os artigos de Fujimoto (2021) e Sosa (2013) verificam a importância da gastronomia como um potencial atrativo para o turismo em Foz do Iguaçu - PR, considerando que essa cidade possui um “prato típico” que poucos moradores sequer o conhecem, questionando assim o “Pirá de Foz” enquanto prato típico já que possui baixa estima do município. Os autores ainda afirmam que o prato não contribui para o turismo gastronômico, provocando assim contradições e críticas da população com a realidade gastronômica local, desqualificando assim o prato como símbolo de identidade.

Enquanto no artigo de Lima, Schallenberger & Lima (2005), os autores citam o “Pirá de Foz” como prato típico, relatando seu preparo e sua história, com o objetivo de descrever as festas típicas gastronômicas de cidades da região Oeste do Paraná, mostrando o prato típico de alguns municípios e a influência econômica que provocam.

A seguir trata-se de verificar se este prato de fato estava disponível nos estabelecimentos gastronômicos da cidade.

3.4 Pirá de Foz nos restaurantes da cidade de Foz do Iguaçu

A título de verificação da popularidade do prato, foi acessado em julho de 2022 o site da Secretaria Municipal de Turismo e Projetos Estratégicos onde encontra-se a lista atualizada de restaurantes “turísticos”. A inserção nesta lista se dá por meio do cadastro das empresas no Cadastur (Sistema de Cadastro de pessoas físicas e jurídicas que atuam



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



no setor do turismo). Foram encontrados 168 registros de restaurantes turísticos em Foz do Iguaçu.

Para fins de pesquisa foram excluídos estabelecimentos que não possuíam o perfil de oferecer os compreendidos pratos “principais”, como pastelarias, bares e lanchonetes, e os restaurantes de gastronomia especializada ou étnica. Foram realizadas consultas aos cardápios online disponibilizados nas redes sociais dos restaurantes da lista, contato telefônico e whatsapp. Dos 168 estabelecimentos nenhum deles servia o Pirá de Foz.

Além destes estabelecimentos, foram levantados outros restaurantes que poderiam servir o Pirá de Foz, ainda que não cadastrados no Cadastur como turísticos. Em julho de 2022 o Pirá de Foz estava sendo servido em três estabelecimentos, sendo Restaurante Trapiche, Restaurante Allegro - Hotel Vivaz e restaurante Delícias do Rio localizado dentro do Clube de Pesca Maringá.

O restaurante Trapiche traz a sua versão com peixe surubim, molho cremoso de camarões, purê de batatas e arroz com espinafre (servido à parte) e custa R\$122,00 (cento e vinte e dois reais). O prato serve duas pessoas, segundo o chef de cozinha do restaurante, William Diego de Oliveira. Frisa-se que neste estabelecimento o prato foi incluído no cardápio há poucos meses, demonstrando assim a escassez da oferta do produto na cidade de Foz do Iguaçu.

Figura 01. Pirá de Foz no Restaurante Trapiche



Fonte: William Diego de Oliveira (2022)



O Restaurante Allegro do Hotel Vivaz serve o Pirá de Foz com purê de batatas, peixe surubim, molho de gengibre, pimentões coloridos e arroz com espinafre também servido à parte, assinado pelo chef de cozinha Júlio de Lima. O valor de venda é R\$77,00 (setenta e sete reais). O prato está no cardápio fixo, mas é ofertado em dias alternados conforme a demanda do hotel. O que se verificou também é que o Restaurante Allegro é um estabelecimento destinado aos hóspedes do Hotel Vivaz e que raramente abre seu serviço para moradores locais e quando aberto à comunidade iguaçuense o cardápio ofertado é previamente estabelecido pelo chef, podendo conter o Pirá de Foz como prato ou não, inviabilizando mais a possibilidade de consumir o prato por parte da comunidade de Foz do Iguaçu.

Figura 02. Pirá de Foz no Restaurante Allegro (Hotel Vivaz)



Fonte: Thallen Merlin (2022)

Por fim, o restaurante Delícias do Rio, localizado dentro do Clube de Pesca Maringá, possui a sua versão com peixe surubim, purê de batatas, arroz com espinafre e molho com pimentão. O valor de venda é R\$45,90 (quarenta e cinco reais e noventa centavos). Cumpre destacar que o prato, apesar de comercializado, não constava no cardápio usual do restaurante, sendo produzido apenas a pedido do comensal, sob demanda, pois segundo o representante do local não há muita saída do item.

Figura 03. Pirá de Foz no Restaurante Delícias do Rio



Fonte: Jade Melina Zamarchi (2022)

Por meio das descrições dos pratos e das fotografias é possível verificar que há variações de ingrediente na receita original do prato, de apresentação, assim como de regularidade na oferta, já que apenas o Trapiche possui o prato no cardápio regular, o Restaurante Allegro (Hotel Vivaz) oferta em dias alternados e o Restaurante Delícias do Rio serve em dias esporádicos ou mediante pedido do cliente e disponibilidade de insumos no estabelecimento.

Portanto, o Pirá de Foz possui uma baixíssima oferta entre os estabelecimentos gastronômicos turísticos da cidade de Foz do Iguaçu. Pode-se supor que também não é um prato frequentemente consumido por moradores e turistas, tendo em vista a escassez da oferta.

Na próxima etapa da pesquisa foi verificada a popularidade do prato frente à comunidade local.

3.5 Pirá de Foz e a sua representatividade na comunidade local

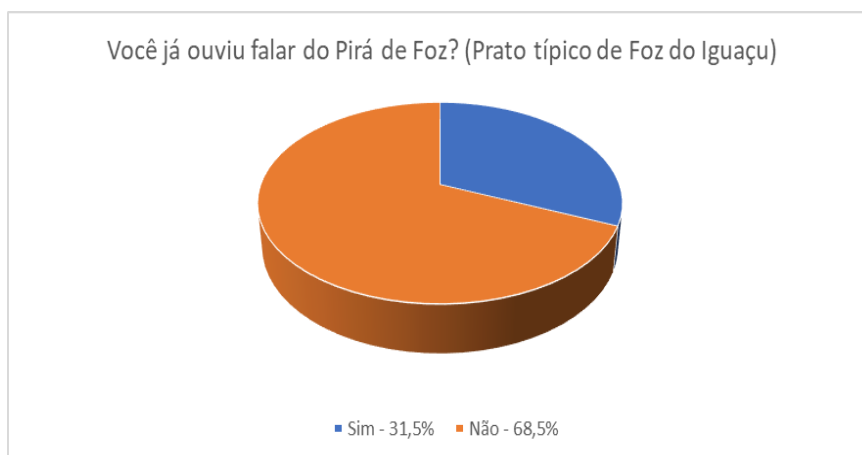
Objetivando verificar a expressividade e o reconhecimento do Pirá de Foz perante a comunidade local foi aplicado um questionário anônimo utilizando a ferramenta do *Google Forms*, entre os dias 30 de junho a 12 de julho de 2022, tendo como público-alvo moradores de Foz do Iguaçu com idade igual ou maior a 18 anos. A pesquisa foi divulgada



via grupos de *whatsapp*, *telegram* e *facebook*, e-mail e por um *webjornal* local. O número total de respondentes habilitados foi de 504 pessoas.

A primeira pergunta versava sobre o conhecimento do morador sobre o Pirá de Foz, como pode ser visto no gráfico abaixo:

Gráfico 01. Você já ouviu falar do Pirá de Foz?



Fonte: Dos autores

Portanto, 68,5% dos respondentes afirmam que não ouviram falar do Pirá de Foz, o que demonstra uma popularidade muito baixa e questionável. Quantificando as respostas habilitadas tivemos 352 respostas negativas, contra 153 positivas. A próxima pergunta versava sobre o consumo do prato.

Gráfico 02. Consumo do Pirá de Foz



Fonte: Dos autores



Se quase 70% da comunidade respondente nunca tinha ouvido falar do prato, apenas 5,3% afirmou que já consumiu o Pirá de Foz, o que demonstra uma popularidade muito baixa e questionável. Os respondentes que afirmaram já terem consumido o prato tinham a opção de contar em qual local foi realizado o consumo. Foram apontados Rafain Churrascaria, Restaurante Trapiche, Restaurante Barracão, Restaurante Porto Dourado; e de hotéis como Hotel Bourbon, Hotel Vivaz, Hotel Continental Inn. Vale ressaltar que alguns destes estabelecimentos não são considerados turísticos pela Secretaria de Turismo do município. Além destas, houve a menção ao Iate Clube Lago de Itaipu (ICLI), além de “em casa” e “trabalho acadêmico”. Quantificando as respostas habilitadas para a pergunta sobre já ter consumido o Pirá de Foz, tivemos 487 respostas negativas, contra 16 positivas.

O questionário se encerrava com uma pergunta aberta não obrigatória questionando qual o prato que representa a cidade de Foz do Iguaçu. Foi realizado um agrupamento das respostas e dos 504 respondentes apenas 352 responderam a essa questão, com inúmeras sugestões de pratos dentro da mesma resposta, sendo que 27% (152 respostas) afirmaram não saber qual seria o prato típico. Ademais, as respostas mais representativas foram: shawarma (11%), dourado assado (9%), pratos à base de peixe em geral (5%) e churrasco (5%).

O outro grupo de resposta que obteve 9% das menções versava sobre a diversidade cultural e étnica do município, sendo esta uma das razões da dificuldade em se encontrar um prato típico. Pratos de origem paraguaia como chipa, chipa guazú, sopa paraguaia e reviro também foram mencionados, enquanto não houve indicações de pratos argentinos. Quantificando as respostas que falavam sobre a diversidade cultural e étnica de Foz do Iguaçu tivemos o total de 54 respostas sobre o tema.

Tais dados revelam de imediato a ilegitimidade do Pirá de Foz como um símbolo da gastronomia local para os moradores de Foz de Iguaçu, conforme visto em todas as respostas às perguntas referentes a este tema no questionário. Uma outra constatação foi a pluralidade referida pelos respondentes, de pratos que falam diretamente do hábito alimentar dos moradores de Foz do Iguaçu *versus* a menção do Pirá de Foz que foi quase inexistente. Este grupo de respondentes foram quantificados junto aos respondentes que trataram o tema da diversidade cultural e étnica de Foz do Iguaçu.



Outro ponto intrigante foi o apontamento do prato “Dourado Assado”, considerado pela Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu como também típico de Foz, ter tido uma certa expressividade perante as respostas, visto que a publicidade deste prato como típico de Foz ser quase nula diante do apelo feito ao Pirá de Foz nos blogs de turismo, nas mídias e demais meios de comunicação. Este prato foi mencionado 40 vezes entre as demais respostas.

Dentre outras menções, o churrasco e outros pratos à base de peixes em geral também tiveram seu espaço entre as respostas, sendo o churrasco citado 22 vezes e pratos de peixes no geral 19 vezes.

Contudo, todos estes mencionados anteriormente não tiveram tanta expressividade como o *shawarma*, prato da culinária árabe, que por sua vez foi citado em 84 respostas. O *shawarma* é composto por carne bovina, ou de frango, ou o misto dessas carnes cortadas em tiras e assadas em um espeto giratório. Pode-se acompanhar molho de alho, salada de alface, tomate, repolho e batata frita, tudo isso enrolado dentro de um pão pita, ou seja, um prato completo e de preço acessível.

Portanto, no que tange ao retrato gastronômico da população de Foz do Iguaçu, o Pirá de Foz tem uma representatividade insignificante diante da pluralidade de povos, etnias e nações presentes em tantos pratos consumidos nos restaurantes, bares, feiras de rua e outros estabelecimentos gastronômicos da cidade.

4 CONCLUSÕES

Diante de todo o exposto, nota-se que o Pirá é pouco conhecido pela população local, seja por falta de informações ou acessibilidade, ou ainda pela falta de relação com a identidade local e sua história, ainda que amplamente divulgado na internet como prato típico da cidade de Foz do Iguaçu.

Como um prato pode ser considerado típico de uma localidade, sendo que 94% da população amostral sequer o consumiu? Ou ser ofertado em apenas três estabelecimentos gastronômicos do município?

Assim, conclui-se que a representatividade do prato típico da cidade é controversa e pouco consolidada, tendo em vista que o Pirá de Foz não conversa com as práticas gastronômicas atuais do local. Ademais, não há na cidade oferta ampla da receita e muito



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



menos pode-se dizer que é um prato frequentemente consumido por moradores e turistas, tendo em vista a escassez do serviço. Portanto, o Pirá de Foz não deve ser denominado enquanto prato típico da cidade.

Resta então a provocação quanto ao que seria típico de Foz do Iguaçu, fomentando assim novos caminhos da pesquisa acadêmica na área da gastronomia e cultura buscando guiar, suplementar e quem sabe embasar uma escolha mais condizente com a realidade local. Sugere-se à prefeitura de Foz do Iguaçu e a secretaria de turismo do município a retirada deste prato dos *websites* e documentos oficiais.

Importante frisar o quão desafiador é tal objetivo, tendo em vista a pluralidade cultural e gastronômica de seus nativos, imigrantes e moradores fronteiriços que, de fato, influenciam as práticas culinárias locais. Esta pesquisa pode ainda auxiliar futuros estudos acerca do tema, através do registro dos dados coletados e as importantes constatações sobre o prato típico inventado da cidade de Foz do Iguaçu.

REFERÊNCIAS

Bonin, A.; Rolim, M. C. M. B. (1991). Hábitos alimentares: tradição e inovação. *Boletim de Antropologia*, v. 4, n. 1.

Brasil. Ministério do turismo. (s/a). O que é o Cadastur? Recuperado de: <https://cadastur.turismo.gov.br/hotsite/#!/public/duvidas-frequentes/inicio>

Brasil. Ministério do Turismo. (s/a). Estudo da Demanda Turística Internacional - Brasil - 2018. Recuperado de: <http://www.dadosefatos.turismo.gov.br>

Brillat-Savarin, J. A. (1995). *A fisiologia do gosto*. Companhia das Letras.

Combo Iguaçu Turismo. (s/a). Comida Típica de Foz do Iguaçu. O melhor da gastronomia iguaçuense. Recuperado de: <https://www.comboiguassu.com.br/blog-em-foz-do-iguacu/comida-tipica-de-foz-do-iguacu>

Conexão 123 Milhas. (s/a). Lugares para comer em Foz do Iguaçu: os melhores restaurantes. Recuperado de: <https://blog.123milhas.com/o-que-comer-em-foz-do-iguacu>

Cordovil, Karina. (s/a). Onde comer em Foz do Iguaçu: dicas de restaurantes, bares, churrascarias...Tem Que Ir. Recuperado de: <https://www.temqueir.com.br/2021/10/onde-comer-em-foz-do-iguacu-restaurantes.html>

Dias, R. (2006). Turismo e patrimônio cultural: recursos que acompanham o crescimento das cidades. *Saraiva*.



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Dreams Park. (s/a). Conheça agora os melhores conteúdos sobre Foz do Iguaçu-PR e a melhor atração Dreams Park Show. Recuperado de: <https://dreamsparkshow.com.br/2021/02/04/restaurante-foz-do-iguacu-comida-tipica>

Erig, G. A. (2015). A gastronomia típica, enquanto atrativo turístico-cultural de Palmas/TO. *Anais do Seminário Anptur*.

Fagliari, G. S. (2005). *Turismo e Alimentação: Análises introdutórias*. Roca.

Flandrin, J. L.; Montanari, M. (1996). *A história da alimentação*. Fayard.

Felizardo, V. A. S.; Dutra, V. C.; Erig, G. A.; Silva, I. C. (2019). Um olhar sobre a gastronomia local. *Jice-Jornada de Iniciação Científica e Extensão*. V.10, n.10.

Férias Brasil. (s/a). Onde Comer em Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://www.feriasbrasil.com.br/pr/fozdoiguacu/ondecomer.cfm>.

Foz do Iguaçu. (2014). Secretaria Municipal de Turismo. Inventário Técnico de Estatísticas Turísticas. Recuperado de: <https://www5.pmf.pr.gov.br/257d9699-de94-47a7-9f10-dc869e4f0066>

Foz do Iguaçu. (s/a). Prefeitura Municipal de Foz do Iguaçu. Pratos típicos. Recuperado de: <https://www5.pmf.pr.gov.br/cidade/#next>

Foz do Iguaçu. (s/a). Secretaria municipal de turismo e projetos estratégicos. Gastronomia em Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://www.destino.foz.br/gastronomia-foz-do-iguacu>

Foz do Iguaçu. (s/a). Secretaria municipal de turismo e projetos estratégicos. Projetos Estratégicos, investimentos e inovação. Recuperado de: <https://www.destino.foz.br/orgao-oficial/projetos-estrategicos-investimentos-e-inovacao>

Freitas, M.C.S. (1997). Educação Nutricional: aspectos sócio-culturais. *Revista de Nutrição*. v. 1, n. 10.

Fujimoto, A. (2014). O desenvolvimento sustentável do turismo gastronômico nipônico em Foz do Iguaçu. *Fórum Internacional de Turismo do Iguassu*.

Garcia, R. W. D. (1999). A comida, a dieta o gosto: *mudanças na cultura alimentar urbana*. [Tese de Doutorado]. Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

Giard, L.; Certeau, M. (1997). *A invenção do cotidiano - morar, cozinhar*. Petrópolis.

Gimenes, M. H. S. G. (2006). Patrimônio Gastronômico, Patrimônio Turístico: uma reflexão introdutória sobre a valorização das comidas tradicionais pelo IPHAN e a atividade turística no Brasil. *Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul*. v.4.

Ginani, V. (2005). *Índice de Aceitação de Preparações Regionais com Teor Lipídico Reduzido*. [Dissertação de mestrado]. Universidade de Brasília.



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. Atlas.

Globo, entretenimento. (s/a). Aprenda a fazer o Pirá de Foz, prato típico de Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://gshow.globo.com/RPC/Estudio-C/cozinha-paranaense/receitas/aprenda-a-fazer-o-pira-de-foz-prato-tipico-de-foz-do-iguacu.ghtml>

Grupo Tarobá. (s/a). Restaurantes em Foz do Iguaçu: Dicas dos melhores para todos os gostos. Recuperado de: <https://www.pophotelfoz.com.br/restaurantes-foz-iguacu-quais-sao>

Hotel Tarobá. (s/a). Conheça os melhores restaurantes de comida arabe em Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://www.hoteltarobafoz.com.br/conheca-os-melhores-restaurantes-de-comida-arabe-em-foz-do-iguacu>

H2foz, Portal. (s/a). Peixe é “astro” do prato típico de Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://www.h2foz.com.br/sem-categoria/peixe-e-astro-do-prato-tipico-de-foz-do-iguacu-11980>

Impalpável (s/a). Foz e o mundo: tem prato típico? Recuperado de: <https://impalpavel.wordpress.com/2015/12/19/foz-e-o-mundo-tem-prato-tipico>

Kaiser, G.; Garcia, D. (2012). Pirá de Foz, o prato típico da cidade. Recuperado de: <http://sigalide.blogspot.com/2012/06/pira-de-foz-o-prato-tipico-da-cidade.html?m=1>

Lima, D. P.; Schallenberger, E.; Lima, E. (2005). Festas típicas gastronômicas de cidades da região oeste do Paraná e a influência econômica que representam para a economia local. *Revista Tecnologia & Humanismo*, v. 19, n. 28.

Lody, R. (2004). Comer é pertencer. *Congresso Brasileiro de Gastronomia e Segurança Alimentar*, v.1.

Loumar Turismo. (s/a). 6 Maravilhas da gastronomia iguaçuense que você precisa experimentar. Recuperado de: <https://blog.loumarturismo.com.br/6.maravilhas-da-gastronomia-iguacuense-que-voce-precisa-experimentar>

Maciel, M. E. (2004). Uma cozinha à brasileira. *Estudos Históricos*. n. 33.

Melo, S. M. C.; Erig, G. A.; Aguiar, E. P. S. (2016). A interface da cultura com pratos típicos: o caso do consumo do pequi em Palmas, Brasil. *Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos*.

Millan, A. (2002). Malo para comer, bueno para pensar. Crisis en la cadena socioalimentaria. In: Gracia-Arnáiz, M. I. Somos lo que comemos. *Estudios de alimentation y cultura en España*.

Montanari, M. (2008). *Comida como Cultura*. Editora Senac São Paulo.



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Muller, S. G.; Amaral, F. M.; Remor, C. A. (2010). Alimentação e Cultura: Preservação da Gastronomia Tradicional. *Semintur – Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul. Saberes e fazeres no Turismo: Interfaces*. v.4.

Murta, I. B. D.; Souza, M. M. P.; Carrieri, A. P. (2010). Práticas discursivas na construção de uma gastronomia polifônica. *Revista de Administração Mackenzie*. v.1, n.11.

Niedzwiecki, K. B. (2016). *Gastronomia típica caiçara do município de Matinhos, PR: como valorizar?* [Monografia] Universidade Federal do Paraná.

Organização Mundial De Turismo. (s/a). Gastronomy and wine tourism. The World Tourism Organization (UNWTO). Recuperado de: <https://www.unwto.org/gastronomy-wine-tourism>

Personal Tur Brasil. (s/a). Turismo em Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://www.personal.tur.br/3fronteiras/turismo/turismo-em-foz-do-iguacu>

Pure Viagem, Lewinsky, B. (s/a). Onde Comer em Foz do Iguaçu: 10 Melhores Restaurantes. Recuperado de: <https://pureviagem.com.br/restaurantes-em-foz-do-iguacu>

Redação, Guia da semana. (s/a). Onde comer - Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://www.guiadasemana.com.br/turismo/noticia/onde-comer-foz-do-iguacu>

Sosa, A. (2014). Gastronomia típica paraguaia: estudo das percepções e interesses de consumo dos turistas do destino Foz do Iguaçu-PR. *Fórum Internacional de Turismo do Iguassu*.

Stefanutti, P. (2020). *Das feiras às culturas alimentares (no plural) da tríplice fronteira Foz do Iguaçu*. [Tese de Doutorado]. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Tetamanti, G. (s/a). Restaurantes em Foz do Iguaçu: onde comer pratos típicos. Recuperado de: <https://www.queroviajarmais.com/onde-comer-restaurantes-foz-do-iguacu>

Top View. (s/a). Especial Foz do Iguaçu: Gastronômica e múltipla. Recuperado de: <https://topview.com.br/estilo/especial-foz-do-iguacu-gastronomica-e-multipla>

Turismo em Foz do Iguaçu. (2023). Recuperado de: <https://www.personal.tur.br/3fronteiras/turismo/turismo-em-foz-do-iguacu>

Turistando pelo Paraná, Kubo, K. (s/a). Dicas de restaurantes em Foz do Iguaçu. Recuperado de: <https://turistandopeloparana.com/restaurantes-em-foz-do-iguacu>

Viajando com Mala Rosa. (s/a). Onde comer em Foz do Iguaçu: Melhores Restaurantes. Recuperado de: <https://viajandocomamalarosa.com.br/melhores-restaurantes-de-foz-do-iguacu-onde-comer>



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Wyndham Club Brasil. (s/a). Pratos típicos de Foz do Iguaçu que vão deixar sua viagem mais gostosa. Recuperado de: <https://wyndhamclubbrasil.com.br/blog/pratos-tipicos-de-foz-do-iguacu-que-va-deixar-sua-viagem-mais-gostosa>



Sobremesas congeladas de extrato hidrossolúvel de quirera de arroz: Efeito da adição de *Chlorella vulgaris* e *Spirulina platensis* nas características físico-químicas e tecnológicas e aceitação sensorial

Frozen desserts made from water-soluble broken rice extract: Effect of adding *Chlorella vulgaris* and *Spirulina platensis* on the physicochemical and technological characteristics and sensory acceptance

Amanda Mataruco¹, Carlos Eduardo Barão¹, Viviane Priscila Barros de Medeiros², Talita Letícia dos Santos¹, Thais Ordenez¹, Arthur Marroni Pereira¹, Jéssica Carvalho dos Santos¹, Vinícius Koiti Nakahara¹, Rafael Sanches Silva¹, Tamires dos Santos Lima¹, Mariana Maróstica Bocetto¹, Vanessa Aparecida Marcolino¹, Suellen Jensen Klososki¹, Marciane Magnani², Tatiana Colombo Pimentel¹

¹Instituto Federal do Paraná, CEP 87703-536, Paranavaí, Paraná, Brasil

²Universidade Federal da Paraíba, 58051-900, João Pessoa, Paraíba, Brasil

Resumo: Sobremesas congeladas sabor limão foram processadas com extrato hidrossolúvel de quirera de arroz e adicionadas de microalgas (*Spirulina platensis* ou *Chlorella vulgaris*, 0,5%). Três formulações foram preparadas: (CON) controle (sem adição de microalgas), (SPI) com *S. platensis*, e (CHL) com *C. vulgaris*. Os produtos foram avaliados quanto à composição química, características físico-químicas, propriedades tecnológicas e aceitação sensorial no primeiro dia de armazenamento. A adição de microalgas não alterou o teor de umidade, cinzas e lipídios e a taxa de derretimento (2,73-3,14 g/min) dos produtos. Além disso, não houve impacto na aceitação (aparência, aroma, sabor, textura e impressão geral), sendo que os produtos obtiveram notas entre 6 e 7 em uma escala hedônica de 9 pontos, indicando que os consumidores gostaram de ligeiramente a moderadamente dos produtos. Por outro lado, a adição de microalgas diminuiu os parâmetros L* e a* de cor, os parâmetros de textura (firmeza, consistência e coesividade) e a acidez titulável, e aumentou o pH, teor de sólidos solúveis, overrun e teor de proteínas e carboidratos. Essas características são importantes para o produto pois resultam em maior incorporação de ar, maior maciez, cor verde mais acentuada e maior valor nutricional. *S. platensis* também contribuiu com a diminuição no parâmetro b* de cor e aumento no índice de viscosidade. Conclui-se que a adição de microalgas contribui com as características físico-químicas, tecnológicas e nutricionais de sobremesas congeladas sem impactar negativamente na aceitação dos produtos, independentemente do tipo de microalga utilizado.

¹ tatiana.pimentel@ifpr.edu.br



Palavras-chave: Sorvete não lácteo. Microalgas. *Oryza sativa*. Subproduto.

Abstract: Frozen desserts lemon flavored were processed with water-soluble extract of broken rice and added with microalgae (*Spirulina platensis* or *Chlorella vulgaris*, 0.5%). Three formulations were prepared: (CON) control (without the addition of microalgae), (SPI) with *S. platensis*, and (CHL) with *C. vulgaris*. The products were evaluated for chemical composition, physicochemical characteristics, technological properties, and sensory acceptance on the first day of storage. Adding microalgae does not alter the moisture, ash, and lipid contents and the products' melting rate (2.73-3.14 g/min). In addition, there was no impact on acceptance (appearance, aroma, flavor, texture, and overall impression). The products scored between 6 and 7 on a 9-point hedonic scale, indicating that consumers liked slightly to moderate the products. On the other hand, adding microalgae decreased the parameters L* and a* of color, texture parameters (firmness, consistency, and cohesiveness), and titratable acidity, and increased the pH, total soluble solids content, overrun and protein and carbohydrate contents. These characteristics are important for the product as they result in greater incorporation of air, greater softness, a more pronounced green color, and greater nutritional value. *S. platensis* also contributed to the decrease in the color parameter b* and increases in the viscosity index. It is concluded that adding microalgae contributes to frozen desserts' physicochemical and technological characteristics without impacting product acceptance, regardless of the type of microalgae used.

Keywords: Non-dairy ice cream. Microalgae. *Oryza sativa*. Byproduct.

1 INTRODUÇÃO

A procura por alimentos sem leite tem crescido ao longo dos últimos anos devido ao maior número de intolerantes à lactose, alérgicos à proteína do leite e veganos (Pimentel et al., 2021). Estima-se que aproximadamente 40% da população brasileira sofra redução na capacidade de digerir a lactose após a infância e vai apresentar sinais e sintomas de intolerância à lactose ao longo da vida (Anad, 2020). Além disso, o mercado vegano cresce 40% ao ano no Brasil e estima-se que já existem 7 milhões de veganos, representando 3,2% da população (Itatiaia, 2022). O mercado global de produtos não lácteos tornou-se um negócio multibilionário e corresponderá a aproximadamente 26 bilhões de dólares em 2023 (Tangyu et al., 2019). Os extratos vegetais podem ser utilizados como substitutos do leite de vaca em produtos análogos aos produtos lácteos (Silva et al., 2020a).



Entre os diversos cereais disponíveis, o arroz tem destaque devido à presença na dieta usual no Brasil e por apresentar sabor suave. É um alimento altamente energético (contém em torno de 90% de amido) e de grande valor nutricional: proteínas (7-8%), sais minerais (fósforo, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B. Além disso, possui um baixo valor de lipídeos (Prasad et al., 2018).

O Brasil é o principal produtor de arroz fora do continente asiático (Gazeta, 2020). No beneficiamento do arroz branco são produzidos em média 14% de grãos quebrados, classificados como quirera. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento, as safras brasileiras 2017/2018 e 2018/2019 produziram cerca de 11-12 milhões de toneladas de arroz cada (Abisolo, 2018, Salomão, 2019), o que representa aproximadamente 3,2 milhões de toneladas de quirera de arroz produzidas somente nesse período. Para a indústria de beneficiamento do arroz, a quebra de grãos é de extrema importância econômica, especialmente quando se atenta para a diferença na valorização do produto inteiro e do quebrado (ao redor de 80%) (Clickmercado, 2019). O aproveitamento da quirera de arroz é uma área ainda pouco explorada, sendo no Brasil, habitualmente utilizada na alimentação animal (Soares Junior et al., 2010). A quirera de arroz apresenta algumas vantagens, tais como diminuir os custos de produção dos produtos (Silva et al., 2020a), ter hipoalergenicidade, e não apresentar sabor desagradável comum em derivados de soja (Bento, Scapim & Ambrosio-Ugri, 2012).

A população brasileira consumiu, em 2019, mais de 1 bilhão de litros de sorvete (Jornal Cruzeiro do Sul, 2020). O consumo *per capita* alcançou 4,86 litros/ano, com crescimento de 61,61% nos últimos 10 anos (Finamac, 2018). No entanto, devido à alta quantidade de intolerantes à lactose no país, o consumo deste produto não é geral. Desta forma, sobremesas congeladas (sorvetes não lácteos) de extratos hidrossolúveis vegetais têm se tornado um importante tópico de estudo da ciência de alimentos.

Nos últimos anos, a biomassa de microalgas vem despertando crescente interesse na indústria de alimentos (Medeiros et al., 2020). As microalgas já demonstraram atividade hipolipidêmica e hipoglicêmica (Silva et al., 2020b), gastroprotetiva (Anantharajappa, Dharmesh & Ravi, 2019), anti-hipertensiva (Castro-García et al., 2018), entre outros. Dentre as espécies mais utilizadas estão *Spirulina platensis* e *Chlorella vulgaris*, as quais apresentam importantes características nutricionais, tais como presença de fibras solúveis



e insolúveis, oligossacarídeos (kestose, nistose e/ou refinose), açúcares (glicose, ramnose e frutose) e compostos fenólicos (Medeiros et al., 2021a).

Microalgas vêm sendo incorporadas em produtos alimentícios visando melhorar o valor nutricional e a concentração de compostos bioativos, tais como donuts (Rabelo et al., 2013), queijos (Mazinani et al., 2016), massas sem glúten (Fradinho et al., 2020), iogurtes (Barkallah et al., 2017), entre outros. Apenas dois estudos avaliaram a incorporação de microalgas a sorvetes, sendo *Spirulina platensis* (Agustini et al., 2016) e *Nannochloropsis oculata*, *Diacronema vlkianum* e *Porphyridium cruentum* (Durmaz et al., 2020). Até onde os autores conhecem, apenas um estudo de nosso grupo adicionou microalgas a sobremesas congeladas, mas só foi utilizada *S. platensis* (Souza et al., 2023).

Considerando ser de suma importância estudar o tipo de microalga a ser adicionado aos produtos alimentícios de forma a não comprometer as propriedades tecnológicas e sensoriais (Medeiros et al., 2021b), o presente estudo visou avaliar o efeito da adição de *Spirulina platensis* ou *Chlorella vulgaris* na composição química, nas características físico-químicas e tecnológicas e na aceitação sensorial de sobremesas congeladas de extrato hidrossolúvel de quirera de arroz.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Para a produção das sobremesas congeladas foram utilizados: quirera de arroz branco polido (Tio João®), *Spirulina platensis* (Mocó agropecuária LTDA - EPP – Spirulina orgânica), *Chlorella vulgaris* (Zona Cerealista®), glicose (Marvi®), gordura vegetal hidrogenada (Mesa®), emulsificante/estabilizante (Duas Rodas®), açúcar (Alto Alegre®), liga neutra (Duas Rodas®) e aromatizante de limão (Selecta Tropical Limão, Duas Rodas®).

2.2 Preparação do extrato hidrossolúvel de quirera de arroz

A quirera de arroz foi pesada, lavada em água corrente e adicionada de água destilada (1:3). Em seguida, a mistura foi transferida para um extrator de vegetais (Vegan Milk Machine, Viva Smart Nutrition, modelo K-0357, 60 Hz, 1,1 L de capacidade, Polishop®,



Rio de Janeiro, Brasil) e processada por 30 min, resultando no extrato hidrossolúvel de quirera de arroz (EHQA). A proporção quirera de arroz/água foi definida em testes preliminares.

2.3 Processamento das sobremesas congeladas de extrato hidrossolúvel de quirera de arroz

Foram preparadas três formulações de sobremesas congeladas: (CON) controle, sem adição de microalgas, (SPI) com adição de *S. platensis*, e (CHL) com adição de *C. vulgaris*. A metodologia de preparação das sobremesas congeladas e a quantidade de ingredientes utilizada foram definidas em testes preliminares e foram semelhantes ao reportado por Souza et al. (2023). A concentração de microalgas utilizada foi definida em testes preliminares, sendo adicionada a maior quantidade que não impactava negativamente nas características sensoriais dos produtos. Para preparar a calda da sobremesa congelada, EHQA (945 g) foi agitado contínua e lentamente usando um agitador mecânico e aquecido até 50 °C (Silva et al., 2020a). Em seguida, 190,89 g de gordura vegetal hidrogenada liquefeita, 315,98 g de sacarose, 30,15 g de liga neutra, 303,24 g de glicose, 80 g de aromatizante de limão e 9,69 g de microalgas foram adicionados. Na formulação CON não foram adicionadas as microalgas. Em seguida, a calda foi homogeneizada em liquidificador industrial (Industrial Shop®) até obter uma mistura homogênea. Então, a calda foi pasteurizada à temperatura de 70 °C por 30 min em banho-maria (Marconi®) e maturada (24 h a 4 °C). Posteriormente, o emulsificante (62,97 g) foi adicionado à calda maturada. Por fim, a mistura foi batida em batedeira industrial (Malta®) por 3 min para incorporação de ar. O produto foi acondicionado em embalagens plásticas e congelado em freezer à temperatura de -18 °C, sendo submetido às análises de composição química, físico-químicas, tecnológicas e sensoriais após 1 dia de armazenamento.

2.4 Avaliação da composição química e características físico-químicas das sobremesas congeladas

A composição química foi determinada por meio dos seguintes procedimentos: umidade em estufa a 105 °C até peso constante, cinzas por incineração a 550 °C, lipídios pelo



método a frio (*Bligh Dyer*), proteínas pelo Método de *Kjeldahl* e carboidratos por diferença, conforme metodologias propostas pela AOAC (2004).

Determinou-se o pH dos produtos usando um potenciômetro digital, previamente calibrado (MS Technopon®). A acidez titulável foi determinada segundo a AOAC (2004). Dez gramas das amostras foram diluídos em água suficiente para totalizar 100 mL de solução. As soluções foram, então, tituladas com solução de NaOH 0,1N até que o pH 8,3 fosse alcançado. O teor de sólidos solúveis (TSS) foi determinado utilizando um refratômetro digital (InstruTerm®).

2.5 Características tecnológicas das sobremesas congeladas

A proporção de ar incorporada à mistura durante o batimento e congelamento é denominada *overrun*. Essa medição foi realizada durante a elaboração das sobremesas congeladas, com pesagem inicial da calda (250 mL) e depois do produto pronto (250 mL). O cálculo do *overrun* foi realizado de acordo com Muse & Hartel (2004) (Equação 1).

$$\text{Overrun (\%)} = [(massa calda - massa sobremesa) / massa sobremesa] \times 100 \text{ (Eq. 1)}$$

O teste de derretimento foi realizado de acordo com o procedimento descrito por Granger et al. (2005). Amostras de sobremesa congelada de 90 mL foram transferidas para tela metálica de abertura 0,5 cm conectada por um funil a uma proveta. A temperatura ambiente foi mantida a 25 ± 1 °C, sem circulação de ar, e a massa de produto drenado foi registrada a cada cinco minutos. A partir dos dados obtidos, foram construídos gráficos de massa derretida em função do tempo. Foi utilizada regressão linear para determinar a velocidade de derretimento a partir da inclinação da reta.

Para avaliação instrumental da cor utilizou-se colorímetro (Minolta®, modelo CR400). O aparelho tinha como especificação: área de leitura 11 mm, iluminante CIE D65 (luz natural do dia), iluminação em um ângulo de 45°, ângulo de observação de 0° e observador padrão CIE 10°. O colorímetro forneceu diretamente os parâmetros L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul).

A análise de textura (firmeza, coesividade, consistência e índice de viscosidade) foi conduzida usando um Texturômetro (TAXT Plus, Stable Microsystems®) equipado com um probe cilíndrico de acrílico de 3,6 cm de diâmetro (P36R). As sobremesas congeladas,



armazenadas sob congelamento, foram submetidas a temperaturas de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 24 h antes da análise e cortadas em quadrados de 4 cm de lado. As condições de análise foram: penetração de 10 mm, força de 1 g, velocidade de pré e de teste de 1 mm/s e velocidade pós-teste de 10 mm/s (Januário et al., 2018).

2.6 Aceitação sensorial

Os consumidores eram estudantes, professores e técnicos do Instituto Federal do Paraná (Paranavaí, Brasil) e foram recrutados com base em sua disponibilidade de participar do teste e tendo como requisito serem consumidores de sorvetes. Para o teste de aceitação sensorial, as amostras foram codificadas com números aleatórios de três algarismos. Os testes foram aplicados em cabines individuais, utilizando-se luz branca e as amostras servidas de forma monádica, em copos plásticos de 50 mL e a uma temperatura de $-12\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. Os julgadores (30 consumidores de sorvete, 16-30 anos) atribuíram notas utilizando escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo) para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e impressão geral. Esse projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética envolvendo seres humanos (CAAE: 43749021.1.3001.8156).

2.7 Análise estatística

O experimento foi repetido duas vezes seguindo delineamento inteiramente casualizado. Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e a determinação de diferenças significativas entre as médias dos tratamentos foi feita por teste de Tukey ($\alpha=5\%$). Os dados obtidos também foram analisados por meio de Análise de Componentes Principais (ACP) com uma matriz de 3 linhas (3 formulações de sobremesas congeladas) e 17 colunas (análises de composição, físico-químicas e tecnológicas). A Análise Hierárquica de Agrupamento (AHA) foi realizada usando as coordenadas dos dois primeiros componentes principais. Foram consideradas distâncias euclidianas (dissimilaridade), truncamento automático e método de Ward (método de aglomeração). A qualidade do dendrograma foi avaliada pelo coeficiente de correlação cofenética. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software XLSTAT 2021.4.1 (Adinsoft®, New York, USA).



3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Composição química das sobremesas congeladas

A Tabela 1 apresenta a composição química dos produtos. As sobremesas congeladas apresentaram composição química na seguinte faixa (g/ 100 g): umidade (46,81-49,86), proteína (0,40-1,30), cinzas (0,03-0,04), lipídios (19,07-20,57) e carboidratos (29,14-32,81). Em um estudo anterior, Asres et al. (2022) reportaram que sobremesas congeladas utilizando misturas de extrato hidrossolúvel de soja e leite apresentaram umidade de 65,87-69%, proteínas de 4,27-4,39%, lipídios de 6,80-7,47%, cinzas de 0,51-1,19% e carboidratos de 18,80-21,37%. Além disso, Legassa (2020) reportou que sorvetes apresentam em média 61,7% de umidade, 4,1% de proteínas, 16% de gordura, e 20,7% de carboidratos. Os resultados indicam que as sobremesas congeladas do presente estudo apresentaram composição química semelhante aos sorvetes convencionais, apresentando apenas menor conteúdo de proteínas. Esse resultado está relacionado com o baixo conteúdo proteico do arroz.

A adição de microalgas (SPI ou CHL) não resultou em alteração no teor de umidade, lipídios e cinzas dos produtos ($p > 0,05$), mas ocasionou aumento no teor de proteínas e carboidratos ($p < 0,05$). SPI e CHL possuem fibras solúveis e insolúveis, oligossacarídeos (kestose, nistose e rafinose) e açúcares (glicose, ramnose e frutose) em sua composição, os quais aumentam o teor de carboidratos nos produtos aos quais são adicionadas (Medeiros et al., 2021b). Além disso, são consideradas uma fonte de proteína não animal (55–70% para *S. platensis* e 42–55% para *C. vulgaris* em peso seco) (Medeiros et al., 2021a). Dessa forma, a inclusão das microalgas na formulação de sobremesas congeladas resultou em melhoria do valor nutricional dos produtos.

Tabela 1 – Composição química das sobremesas congeladas

| Parâmetro (g/100 g) | CON | SPI | CHL |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Umidade | 49,86 ± 0,73 ^a | 46,89 ± 0,46 ^a | 46,81 ± 0,41 ^a |
| Proteínas | 0,40 ± 0,07 ^b | 1,20 ± 0,05 ^a | 1,30 ± 0,05 ^a |
| Cinzas | 0,03 ± 0,001 ^a | 0,03 ± 0,001 ^a | 0,04 ± 0,001 ^a |
| Lipídios | 20,57 ± 0,29 ^a | 19,07 ± 0,47 ^a | 19,59 ± 0,31 ^a |
| Carboidratos | 29,14 ^b | 32,81 ^a | 32,26 ^a |

Média ± desvio padrão seguida por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as formulações de sobremesa congelada ($p < 0,05$, $n=6$). Formulações: CON (controle, sem adição de microalgas), SPI (com adição de *Spirulina platensis*), e CHL (com adição de *Chlorella vulgaris*).



3.2 Características físico-químicas e tecnológicas das sobremesas congeladas

A Tabela 2 apresenta as características físico-químicas e tecnológicas das sobremesas congeladas. As sobremesas congeladas eram ácidas ($\text{pH} = 2,95$ a $3,02$) e tinham coloração verde clara ($L^* = 75,98$ a $88,21$, $a^* = -4,76$ a $5,96$, $b^* = 8,42$ a $11,96$), características típicas para sobremesas congeladas sabor limão.

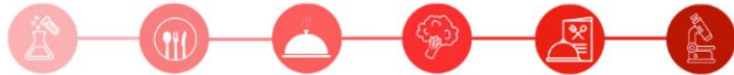
A adição de microalgas (SPI ou CHL) resultou em aumento do pH e do TSS e diminuição da acidez titulável dos produtos ($p < 0,05$). Dentre os tipos de alga, a utilização de CHL resultou em produtos menos ácidos (menor acidez titulável) enquanto a adição de SPI aumentou em maior proporção o TSS ($p < 0,05$). *S. platensis* apresenta maior proporção de oligossacarídeos (nistose e rafinose) em sua composição (Medeiros et al., 2021b), o que pode ter contribuído com o aumento no TSS. Os resultados indicam que a adição das microalgas torna as sobremesas menos ácidas, o que pode ser positivo do ponto de vista sensorial, pois os consumidores no geral preferem produtos menos ácidos (Januário et al., 2018). Esses resultados podem estar relacionados com o aumento no teor de sólidos não gordurosos com a incorporação de microalgas às formulações (Hernández et al., 2022).

Tabela 2 – Características físico-químicas e tecnológicas das sobremesas congeladas

| Parâmetro | CON | SPI | CHL |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|
| pH | $2,95 \pm 0,01^b$ | $3,02 \pm 0,03^a$ | $3,00 \pm 0,02^a$ |
| Acidez titulável (% ácido cítrico) | $0,65 \pm 0,15^a$ | $0,57 \pm 0,15^b$ | $0,42 \pm 0,05^c$ |
| Teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) | $36,17 \pm 0,23^c$ | $46,77 \pm 1,40^a$ | $41,27 \pm 0,46^b$ |
| L^* | $88,21 \pm 2,42^a$ | $75,98 \pm 0,54^b$ | $79,50 \pm 4,09^b$ |
| a^* | $-4,76 \pm 0,27^a$ | $-5,96 \pm 0,91^b$ | $-5,99 \pm 0,37^b$ |
| b^* | $11,96 \pm 1,34^a$ | $8,42 \pm 0,65^b$ | $12,35 \pm 0,70^a$ |
| Overrun (%) | $30,15 \pm 0,48^c$ | $55,25 \pm 0,45^a$ | $48,75 \pm 1,25^b$ |
| Taxa de derretimento (g/min) | $2,73 \pm 0,27^a$ | $3,14 \pm 0,25^a$ | $3,08 \pm 0,43^a$ |

Média \pm desvio padrão seguida por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as formulações de sobremesa congelada ($p < 0,05$, $n=6$). Formulações: CON (controle, sem adição de microalgas), SPI (com adição de *Spirulina platensis*), e CHL (com adição de *Chlorella vulgaris*). L^* (luminosidade), a^* (+a = vermelho, -a = verde), b^* (+b = amarelo, -b = azul).

Com relação à cor, a adição de microalgas (SPI ou CHL) resultou em produtos com coloração verde mais escura (diminuição no L^* e aumento no a^* , Figura 1). Para SPI, também houve uma diminuição no parâmetro b^* ($p < 0,05$). A contribuição das microalgas para a cor de produtos alimentícios está relacionada com a composição dos



pigmentos presentes (Durmaz et al., 2020). A síntese de pigmentos depende da espécie e das condições de cultivo, tais como temperatura, salinidade, intensidade de luz, e fotoperíodo (Medeiros et al., 2021a). *S. platensis* e *C. vulgaris* apresentam clorofila em sua composição, pigmento responsável pela coloração verde característica dessas microalgas (Fradinho et al., 2020). Ao mesmo tempo, *S. platensis* apresenta ficocianina em sua composição, um pigmento azul esverdeado (Agustini et al., 2016), o que pode explicar a diminuição no parâmetro b^* apenas nessa formulação. Os consumidores esperam que produtos de sabor limão apresentem coloração verde, dessa forma, a adição de microalgas contribuiu com a cor das sobremesas congeladas.



Figura 1 – Fotos das sobremesas congeladas. CON (controle, sem adição de microalgas, ESQUERDA), SPI (com adição de *Spirulina platensis*, MEIO), e CHL (com adição de *Chlorella vulgaris*, DIREITA).

As propriedades tecnológicas das sobremesas congeladas são caracterizadas principalmente pelas propriedades de textura e taxa de derretimento, que dependem dos valores de overrun. Os resultados dos parâmetros de textura são apresentados na Figura 2.

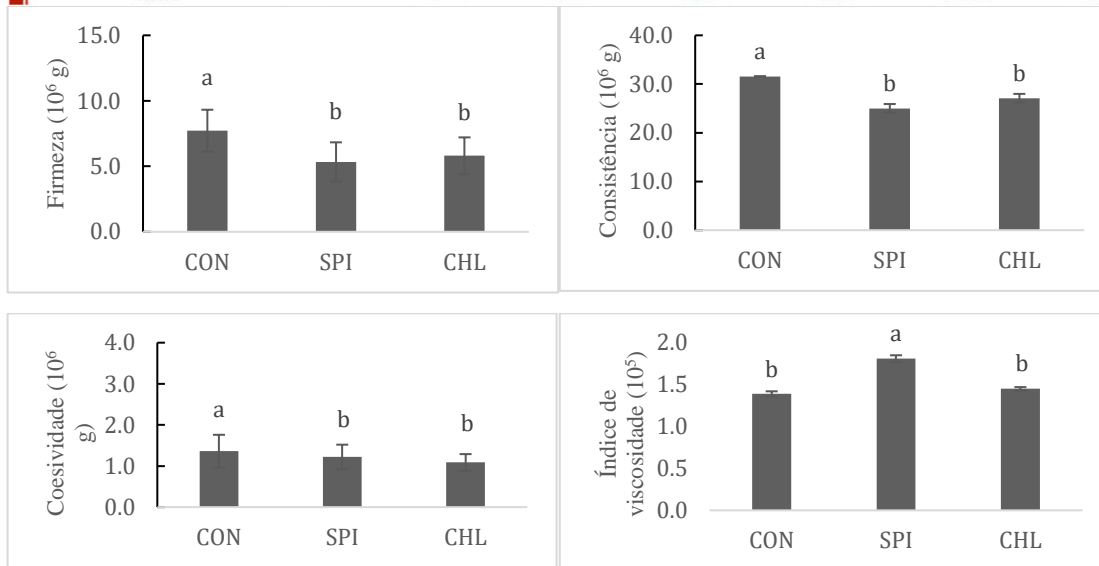


Figura 2 – Parâmetros de textura das sobremesas congeladas. Letras diferentes para o mesmo parâmetro de textura indicam diferença significativa entre as formulações de sobremesa congelada. Formulações: CON (controle, sem adição de microalgas), SPI (com adição de *Spirulina platensis*), e CHL (com adição de *Chlorella vulgaris*).

A adição de microalgas (SPI ou CHL) resultou em aumento nos valores de overrun e diminuição nos parâmetros de textura (firmeza, consistência e coesividade) ($p < 0,05$). Ao mesmo tempo, a adição de SPI aumentou o índice de viscosidade dos produtos ($p < 0,05$). Durante o batimento da calda, microalgas podem contribuir com um maior aprisionamento de ar dentro da massa da sobremesa, aumentando o volume de ar incorporado e, conseqüentemente, o overrun (Agustini et al., 2016). A presença de fibras nas microalgas pode resultar na formação de uma matriz (rede) capaz de reter mais eficientemente o oxigênio durante o batimento, aumentando o overrun (Januário et al., 2018). Além disso, as microalgas podem permanecer dispersas entre os componentes das sobremesas congeladas, interferindo nas interações, e resultando em produtos mais macios (Silva et al., 2020a). Os consumidores percebem produtos com menor firmeza, consistência e coesividade como mais cremosos (Silva et al., 2021). Dessa forma, a adição de microalgas contribuiu com os parâmetros de textura das sobremesas congeladas. O maior TSS das sobremesas congeladas adicionadas de SPI pode ter resultado em aumento da viscosidade da calda (Silva et al., 2020a) e, conseqüentemente, no índice de viscosidade dos produtos finais.

Não houve efeito da adição de microalgas na taxa de derretimento das sobremesas congeladas ($p > 0,05$). A taxa de derretimento tem importante papel na estabilidade ao



armazenamento dos produtos e na percepção dos consumidores (recobrimento na boca e liberação de sabor) (Durmaz et al., 2020). Sobremesas congeladas com altas taxas de derretimento derretem muito rapidamente, causando uma situação desconfortável e indesejável durante o consumo do produto (Silva et al., 2020a).

3.3 Aceitação sensorial das sobremesas congeladas

As sobremesas congeladas receberam notas entre 5,73 e 7,43 em uma escala de 9 pontos, sugerindo que os consumidores gostaram dos produtos de ligeiramente a moderadamente, dependendo do atributo avaliado (Tabela 3). A adição de microalgas (SPI ou CHL) não alterou a aceitação sensorial dos produtos ($p > 0,05$) avaliando aparência, aroma, sabor, textura e impressão geral. Os resultados do presente estudo são importantes para o desenvolvimento de produtos adicionados de microalgas, pois indicam que ambas (*S. platensis* e *C. vulgaris*) poderiam ser utilizadas sem prejuízo para a aceitação pelos consumidores na concentração de 0,5%. Estudos anteriores já reportaram diminuição na aceitação dos produtos adicionados de microalgas devido à presença de aromas não característicos (de alga, de peixe, metálicos), gosto amargo e textura arenosa (Agustini et al., 2016, Barkallah et al., 2017, Durmaz et al., 2020). No entanto, o efeito parece ser dependente da concentração utilizada, com manutenção da aceitação quando baixas concentrações são utilizadas (0,25-0,5%) e reduções em maiores concentrações (Barkallah et al., 2017).

Tabela 3 – Aceitação sensorial das sobremesas congeladas

| Parâmetro | CON | SPI | CHL |
|-----------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
| Aparência | 6,56 ± 1,63 ^a | 6,20 ± 1,89 ^a | 6,50 ± 2,29 ^a |
| Aroma | 6,43 ± 1,70 ^a | 6,50 ± 2,29 ^a | 5,93 ± 1,80 ^a |
| Sabor | 7,43 ± 1,30 ^a | 6,46 ± 02,28 ^a | 6,73 ± 1,70 ^a |
| Textura | 5,80 ± 2,26 ^a | 5,73 ± 2,24 ^a | 6,10 ± 1,93 ^a |
| Impressão geral | 7,10 ± 1,49 ^a | 6,03 ± 2,24 ^a | 6,60 ± 1,75 ^a |

Média ± desvio padrão seguida por letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre as formulações de sobremesa congelada ($p < 0,05$, $n=30$). Formulações: CON (controle, sem adição de microalgas), SPI (com adição de *Spirulina platensis*), e CHL (com adição de *Chlorella vulgaris*).

3.4 ACP e AHA

A Figura 3 apresenta o mapa da ACP. Os dois primeiros componentes principais (CP1 e CP2) explicaram 100% da variância total dos dados (CP1: 80,14%, CP2: 19,86%). O CP1 separou a formulação CON (no lado direito) das formulações adicionadas de microalgas



(SPI e CHL, lado esquerdo). Desta forma, as sobremesas congeladas adicionadas de microalgas forma caracterizadas pelo maior teor de proteínas e carboidratos, pH, TSS, overrun, taxa derretimento e índice de viscosidade. Ao mesmo tempo, apresentaram menor umidade, lipídios, L* e a*, firmeza, consistência e coesividade.

O CP2 separou as formulações adicionadas de microalgas, com CHL acima do eixo e SPI abaixo do eixo. Dessa forma, a sobremesa congelada adicionada de SPI apresentou menor parâmetro b* e maior acidez titulável. A ACP facilita a observação visual dos resultados obtidos.

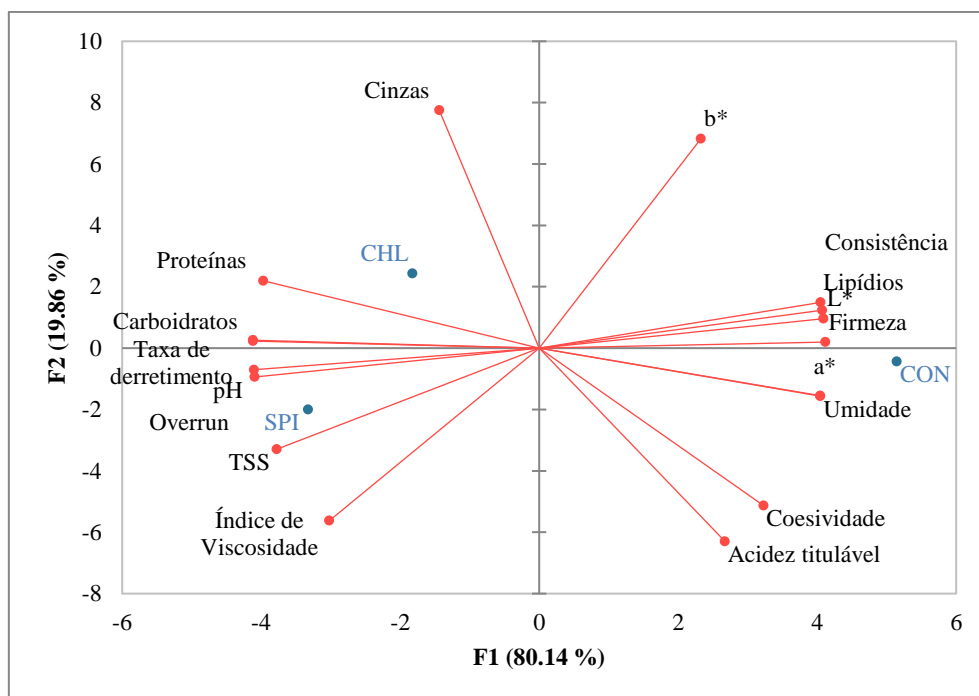
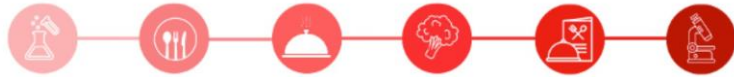


Figura 3 – Análise de Componentes Principais dos dados das sobremesas congeladas. Formulações: CON (controle, sem adição de microalgas), SPI (com adição de *Spirulina platensis*), e CHL (com adição de *Chlorella vulgaris*).

A AHA está apresenta na Fig. 4. A AHA apresentou correlação cofenética de 0,964, indicando estabilidade dos grupos e confiabilidade do dendrograma. Com base no dendrograma, 2 grupos são formados: o primeiro grupo com a formulação CON, e o segundo grupo com as formulações adicionadas de microalgas (SPI e CHL). Esses resultados demonstram que as formulações com SPI e CHL apresentaram características diferenciadas do controle, sendo que o tipo de microalga exerceu impacto não significativo.



Em geral, os resultados de ACP e AHA confirmam que a adição de microalga impactou positivamente a composição química e as características físico-químicas e tecnológicas das sobremesas congeladas. A melhoria na composição química está relacionada com as importantes características nutricionais das microalgas, tais como presença de fibras solúveis e insolúveis, oligossacarídeos (kestose, nistose e/ou rafinose), açúcares (glicose, ramnose e frutose) e compostos fenólicos (Medeiros et al., 2021a). Agustini et al. (2016) também observaram que a adição de microalgas a sorvetes resultou em melhorias nos parâmetros tecnológicos (overrun e derretimento). No entanto, nesse estudo, a adição de microalgas impactou negativamente a aceitação dos produtos pelos consumidores.

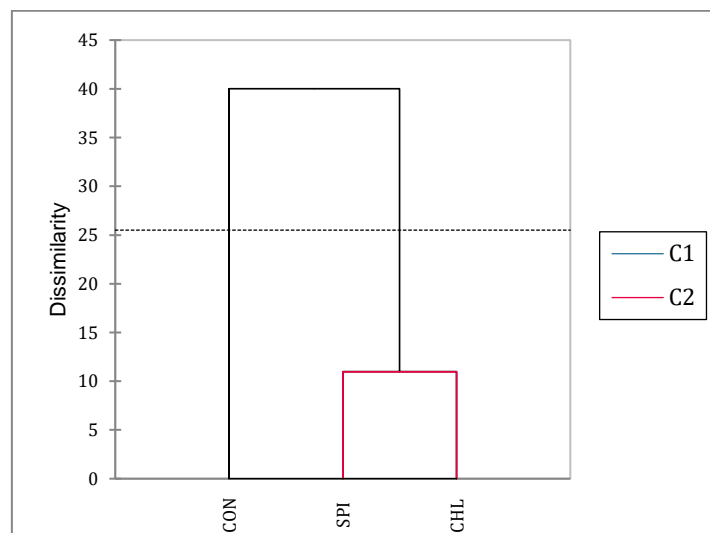


Figura 4 – Análise Hierárquica de Agrupamento das sobremesas congeladas. Formulações: CON (controle, sem adição de microalgas), SPI (com adição de *Spirulina platensis*), e CHL (com adição de *Chlorella vulgaris*).

4 CONCLUSÕES

Esse foi o primeiro estudo a avaliar o efeito da adição de dois tipos de microalgas (*S. platensis* e *C. vulgaris*) a sobremesas congeladas processadas com extrato hidrossolúvel de quirera de arroz. Os resultados demonstraram que a adição das microalgas contribuiu positivamente na composição química (maior teor de proteínas e carboidratos), características físico-químicas (menor acidez) e parâmetros tecnológicos (cor verde mais intensa, produtos menos firmes, consistentes e coesos) dos produtos, mantendo a aceitação sensorial semelhante à do produto controle (aparência, aroma, sabor, textura e impressão geral). O presente trabalho traz importante contribuição para o



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



desenvolvimento de produtos não lácteos, o que é de interesse para intolerantes à lactose, alérgicos à proteína do leite e veganos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo “Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico” (CNPq) (processo nº 304075/2019–1, bolsas PIBIC e PIBIC-Jr), “Fundação Araucária” (Bolsas PIBITI e PIBITI-PBIS) e “Instituto Federal do Paraná” (PIAP, e bolsas PRADI).

REFERÊNCIAS

- Abisolo. (2018). *IBGE: safra 2018 de arroz diminui 5,7% ante 2017; café e trigo aumentam*. Disponível em: <https://abisolo.com.br/2018/02/15/ibge-safra-2018-de-arroz-diminui-57-ante-2017-cafe-e-trigo-aumentam/>.
- Agustini, T. W., Maâ, W. F., Widayat, W., Suzery, M., Hadiyanto, H., & Benjakul, S. (2016). Application of *Spirulina platensis* on ice cream and soft cheese with respect to their nutritional and sensory perspectives. *Jurnal Teknologi*, 78(4-2).
- Anad. Associação Nacional de Atenção ao Diabetes. (2020). Intolerância à lactose. Disponível em: <https://www.anad.org.br/intolerancia-a-lactose/>. Acesso em 14/02/2023.
- Anantharajappa, K., Dharmesh, S. M., & Ravi, S. (2020). Gastro-protective potentials of *Spirulina*: role of vitamin B 12. *Journal of Food Science and Technology*, 57(2), 745-753.
- Aoac. *Official Methods of Analysis*. 15a Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC., USA., 2004.
- Asres, A. M., Woldemariam, H. W., & Gemechu, F. G. (2022). Physicochemical and sensory properties of ice cream prepared using sweet lupin and soymilk as alternatives to cow milk. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 278-287.
- Barkallah, M., Dammak, M., Louati, I., Hentati, F., Hadrich, B., Mechichi, T., ... & Abdelkafi, S. (2017). Effect of *Spirulina platensis* fortification on physicochemical,



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



textural, antioxidant and sensory properties of yogurt during fermentation and storage. *LWT*, 84, 323-330.

Bento, R. S., Scapim, M. R. D. S., & Ambrosio-Ugri, M. C. B. (2012). Desenvolvimento e caracterização de bebida achocolatada à base de extrato hidrossolúvel de quinoa e de arroz. *Revista do Instituto Adolfo Lutz (Impresso)*, 71(2), 317-323.

Castro-García, S. Z., Chamorro-Cevallos, G., Quevedo-Corona, L., McCarty, M. F., & Bobadilla-Lugo, R. A. (2018). Beneficial effects of phycobiliproteins from *Spirulina maxima* in a preeclampsia model. *Life Sciences*, 211, 17-24.

Clickmercado. (2019). Cotação. Disponível em: www.clicmercado.com.br/novo/cotacoes/buscacot.asp.

Durmaz, Y., Kilicli, M., Toker, O. S., Konar, N., Palabiyik, I., & Tamtürk, F. (2020). Using spray-dried microalgae in ice cream formulation as a natural colorant: Effect on physicochemical and functional properties. *Algal Research*, 47, 101811.

Finamac. (2018). *Conheça a situação e perspectivas do mercado de sorvetes no Brasil*. Disponível em: <https://blog.finamac.com/conheca-a-situacao-e-perspectivas-do-mercado-de-sorvetes/>.

Fradinho, P., Niccolai, A., Soares, R., Rodolfi, L., Biondi, N., Tredici, M. R., ... & Raymundo, A. (2020). Effect of *Arthrospira platensis* (spirulina) incorporation on the rheological and bioactive properties of gluten-free fresh pasta. *Algal Research*, 45, 101743.

Gazeta. (2020). *Produção brasileira de arroz está estimada em 10,5 milhões de toneladas*. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/producao-brasileira-de-arroz-esta-estimada-em-10-5-milhoes-de-toneladas_432665.html#:~:text=A%20colheita%20foi%20estimada%20em,levantamento%20em%20janeiro%20de%202020.

Granger, C., Leger, A., Barey, P., Langendorff, V., & Cansell, M. (2005). Influence of formulation on the structural networks in ice cream. *International Dairy Journal*, 15(3), 255-262.

Hernández, H., Nunes, M. C., Prista, C., & Raymundo, A. (2022). Innovative and healthier dairy products through the addition of microalgae: A review. *Foods*, 11(5), 755.



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Itatiaia. (2022). Número de veganos e vegetarianos no Brasil cresce a cada dia. Disponível em: <https://www.itatiaia.com.br/noticia/numero-de-veganos-e-vegetarianos-no-brasil-cresce-a-cada-dia>. Acessado em 14/02/2023.

Januário, J.G.B, Oliveira, A. S., Dias, S. S., Klososki, S. J., & Pimentel, T. C. (2018). Kefir ice cream flavored with fruits and sweetened with honey: physical and chemical characteristics and acceptance. *International Food Research Journal*, 25(1), 179-187.

Jornal Cruzeiro do Sul. (2020). *Sorvete movimentou R\$ 13 bilhões em 2019*. Disponível em: <https://www.jornalcruzeiro.com.br/sorocaba/sorvete-movimentou-r-13-bilhoes-em-2019/>.

Legassa, O. (2020). Ice cream nutrition and its health impacts. *Acad. Res. J. Agri. Sci. Res*, 8(3), 189-199.

Mazinani, S., Fadaei, V., & Khosravi-Darani, K. (2016). Impact of *Spirulina platensis* on physicochemical properties and viability of *Lactobacillus acidophilus* of probiotic UF feta cheese. *Journal of Food Processing and Preservation*, 40(6), 1318-1324.

Medeiros, V. P. B., da Costa, W. K. A., da Silva, R. T., Pimentel, T. C., & Magnani, M. (2021a). Microalgae as source of functional ingredients in new-generation foods: challenges, technological effects, biological activity, and regulatory issues. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-22.

Medeiros, V. P. B., de Souza, E. L., de Albuquerque, T. M. R., da Costa Sassi, C. F., dos Santos Lima, M., Sivieri, K., ... & Magnani, M. (2021). Freshwater microalgae biomasses exert a prebiotic effect on human colonic microbiota. *Algal Research*, 60, 102547.

Medeiros, V. P. B., Pimentel, T. C., Varandas, R. C. R., Dos Santos, S. A., de Souza Pedrosa, G. T., da Costa Sassi, C. F., ... & Magnani, M. (2020). Exploiting the use of agro-industrial residues from fruit and vegetables as alternative microalgae culture medium. *Food Research International*, 137, 109722.

Muse, M. R., & Hartel, R. W. (2004). Ice cream structural elements that affect melting rate and hardness. *Journal of dairy science*, 87(1), 1-10.

Pimentel, T. C., da Costa, W. K. A., Barão, C. E., Rosset, M., & Magnani, M. (2021). Vegan probiotic products: A modern tendency or the newest challenge in functional foods. *Food Research International*, 140, 110033.



RCAGT

REVISTA de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Prasad, V. S. S., Hymavathi, A., Babu, V. R., & Longvah, T. (2018). Nutritional composition in relation to glycemic potential of popular Indian rice varieties. *Food Chemistry*, 238, 29-34.

Rabelo, S. F., Lemes, A. C., Takeuchi, K. P., Frata, M. T., Carvalho, J. C. M. D., & Danesi, E. D. G. (2013). Development of cassava doughnuts enriched with *Spirulina platensis* biomass. *Brazilian Journal of Food Technology*, 16(1), 42-51.

Salomão, R. (2019). Conab estima safra de grãos 2019/2020 em 245,8 milhões de toneladas. Disponível em:

<https://globorural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2019/10/conab-estima-safra-de-graos-20192020-em-2458-milhoes-de-toneladas.html>.

Silva, J. M., Klososki, S. J., Silva, R., Raices, R. S. L., Silva, M. C., Freitas, M. Q., ... & Pimentel, T. C. (2020a). Passion fruit-flavored ice cream processed with water-soluble extract of rice by-product: What is the impact of the addition of different prebiotic components?. *LWT*, 128, 109472.

Silva, M. E. T., de Paula Correa, K., Martins, M. A., da Matta, S. L. P., Martino, H. S. D., & dos Reis Coimbra, J. S. (2020b). Food safety, hypolipidemic and hypoglycemic activities, and in vivo protein quality of microalga *Scenedesmus obliquus* in Wistar rats. *Journal of Functional Foods*, 65, 103711.

Silva, J. M., Barão, C. E., Esmerino, E. A., Cruz, A. G., & Pimentel, T. C. (2021). Prebiotic frozen dessert processed with water-soluble extract of rice byproduct: Vegan and nonvegan consumers perception using preferred attribute elicitation methodology and acceptance. *Journal of Food Science*.

Soares Júnior, M. S., Bassinello, P. Z., Caliari, M., Velasco, P., Reis, R. C. D., & Carvalho, W. T. D. (2010). Bebidas saborizadas obtidas de extratos de quirera de arroz, arroz integral e de soja, 34, 407-413.

Souza, R. C., Magnani, M., de Medeiros, V. P. B., Marcolino, V. A., Klososki, S. J., dos Santos Lima, M., ... & Pimentel, T. C. (2023). Lacticaseibacillus casei improves textural, functional, and sensory properties and phenolics' bioaccessibility of frozen desserts prepared using water-soluble extract of rice by-product and *Spirulina platensis*. *LWT*, 183, 114794.



RCAGT

REVISTA

de Ciência de Alimentos e Gastronomia



Tangyu, M., Muller, J., Bolten, C. J., & Wittmann, C. (2019). Fermentation of plant-based milk alternatives for improved flavour and nutritional value. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103, 9263-9275.