

Compostos bioativos presentes no azeite de oliva e seus subprodutos: revisão bibliográfica

Bioactive compounds present in olive oil and its by-products: bibliographic review

Compuestos bioactivos presentes en el aceite de oliva y sus derivados: revisión de la literatura

Recebido: 06/07/2022 | Revisado: 19/07/2022 | Aceito: 20/07/2022 | Publicado: 27/07/2022

Cristiana Basso

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2001-0110>
Universidade Franciscana, Brasil
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: cristianabasso1@gmail.com

Greici C. Uliana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8963-0807>
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: greicnutricao@gmail.com

Neila S. P. S. Richards

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6610-5567>
Universidade Federal de Santa Maria, Brasil
E-mail: neilarichardsprof@gmail.com

Resumo

O objetivo do estudo foi investigar acerca do que está sendo questionado por renomados pesquisadores em todas as partes do mundo, ou seja, especular em relação aos países que mais publicam quando o assunto se refere a azeite e seus subprodutos, quais são os maiores produtores, qual a qualidade desses produtos oferecidos ao mercado, quais as melhores técnicas para preservar os compostos benéficos à saúde, além de lacunas que possam instigar a mais pesquisas elucidativas. Ocorreu através de revisão da literatura, utilizando os descritores "Azeite de Oliva" e "Bioativos". A pesquisa foi refinada almejando como forma de documento somente artigos, estes com publicação nos anos de 2021 e 2022. Posteriormente os artigos selecionados foram direcionados para análise bibliométrica. Em posse dos 109 artigos pré-selecionados, fez-se um novo refinamento, analisando-se então 78 artigos, os quais foram categorizados em cinco tópicos de maior importância: Resíduos da produção do azeite de oliva, processo tecnológico para análise do azeite, parâmetros químicos de diferentes cultivares, compostos bioativos, processo para determinação dos compostos bioativos. Após análise minuciosa de todos os artigos selecionados, referente inicialmente a compostos bioativos e azeite de oliva, e no decorrer adicionado subprodutos da produção do azeite, pode-se comprovar acerca dos benefícios dos compostos bioativos, formas de melhor preservá-los, além de algumas tendências em relação a sustentabilidade e preservação do meio ambiente, e por fim, identificação de métodos que podem se tornar promissores: bioinformática a fim de prever propriedades medicinais e análise sensorial corroborando com técnicas analíticas e químicas.

Palavras-chave: Azeite de oliva; Bioativos; Fenólicos.

Abstract

The objective of the study was to investigate what is being questioned by renowned researchers from all over the world, that is, to speculate on the countries that publish the most when it comes to olive oil and its derivatives, which are the largest producers, what is the quality of these products offered to the market, which are the best techniques to preserve the compounds beneficial to health, in addition to gaps that can instigate new elucidative research. It was carried out through a literature review, using the descriptors "Olive oil" and "Bioactives". The search was refined aiming only at articles as the form of the document, with publication in the years 2021 and 2022. Subsequently, the selected articles were directed to bibliometric analysis. With the 109 pre-selected articles in hand, a new refinement was carried out, analyzing 78 articles, which were categorized into five topics of most significant importance: Residues from olive oil production, the technological process of olive oil analysis, chemical parameters of different cultivars, bioactive compounds, the process of determining bioactive compounds. After a thorough analysis of all selected articles, initially referring to bioactive compounds and olive oil, and during the addition of by-products of olive oil production, one can prove the benefits of bioactive compounds, ways to better preserve them, adding to some trends of sustainability and preservation of the environment and, finally, identification of methods that can become promising: bioinformatics to predict medicinal properties and sensorial analysis corroborating with analytical and chemical techniques.

Keywords: Olive oil; Bioactive; Phenolics.

Resumen

El objetivo del estudio fue indagar en lo que se cuestionan investigadores de renombre de todo el mundo, es decir, especular sobre los países que más publican en lo que se refiere al aceite de oliva y sus derivados, cuáles son los mayores productores, qué es la calidad de estos productos ofrecidos al mercado, que son las mejores técnicas para preservar los compuestos beneficiosos para la salud, además de lagunas que pueden suscitar nuevas investigaciones esclarecedoras. Se llevó a cabo a través de una revisión bibliográfica, utilizando los descriptores "Aceite de Oliva" y "Bioactivos". La búsqueda fue refinada apuntando solo a artículos como la forma del documento, con publicación en los años 2021 y 2022. Posteriormente, los artículos seleccionados fueron encaminados al análisis bibliométrico. Con los 109 artículos preseleccionados en mano, se realizó un nuevo refinamiento, analizando 78 artículos, los cuales fueron categorizados en cinco temas de mayor importancia: Residuos de la producción de aceite de oliva, proceso tecnológico de análisis del aceite de oliva, parámetros químicos de diferentes cultivares, compuestos bioactivos, el proceso de determinación de compuestos bioactivos. Después de un análisis exhaustivo de todos los artículos seleccionados, inicialmente referidos a compuestos bioactivos y aceite de oliva, y durante la adición de subproductos de la producción de aceite de oliva, se pueden probar los beneficios de los compuestos bioactivos, formas de conservarlos mejor, sumándose a algunas tendencias de sostenibilidad y preservación del medio ambiente y, por último, identificación de métodos que pueden resultar prometedores: bioinformática para predecir propiedades medicinales y análisis sensorial corroborando con técnicas analíticas y químicas.

Palabras clave: Aceite de oliva; Bioactivo; Fenólicos.

1. Introdução

Compostos fenólicos têm adquirido grande importância por suas propriedades benéficas à saúde, atuando como antioxidantes, anti-inflamatórios, anticancerígenos, antiaterogênicos, antimicrobianos, cardioprotetores (López-Salas et al., 2021; Katsinas et al., 2021). Sobressaindo a atenção dada a substâncias naturais como forma de neutralizar os danos produzidos pelo estresse oxidativo principalmente (Alemán-Jiménez et al., 2021).

Assim, compostos fenólicos naturalmente presentes no azeite de oliva extra virgem, como o hidroxitirosol, a oleuropeína, os flavonóides, têm despertado grande interesse no mundo científico, principalmente a partir do momento em que a Autoridade Europeia de Segurança Alimentar (EFSA) reconheceu seus efeitos antioxidantes benéficos à saúde (López-Salas et al., 2021).

A maioria dos países do Mediterrâneo (especialmente Espanha, Itália e Marrocos) produzem quase todo o azeite do mundo. Neste processamento industrial, grandes quantidades de resíduos são gerados, os quais são fontes de compostos bioativos fenólicos, fornecendo assim subprodutos de alto valor nutricional (López-Salas et al., 2021).

Esses compostos bioativos, dos azeites e de seus subprodutos, tem abrangido tanto os mercados de aditivos naturais alimentares, farmacêuticos quanto as indústrias cosméticas, visto que a oliveira inclui trinta espécies diferentes no mundo, estando presente nos quatro continentes (Djemaa-Landri et al., 2021), podendo presumir-se que o crescente interesse atual em publicar artigos sobre o assunto possa ser justificado tanto pelos benefícios relacionados à saúde quanto a diversidade de cultivares, cada qual com suas características nutricionais e tecnológicas peculiares.

Nesse sentido, surgiu o interesse em investigar a cerca de um assunto que está merecendo muito destaque atualmente, principalmente em relação aos benefícios à saúde. Assim, o principal objetivo do presente estudo foi investigar acerca do que está sendo questionado por renomados pesquisadores em todas as partes do mundo, ou seja, especular em relação aos países que mais publicam quando o assunto se refere a azeite e seus subprodutos, quais são os maiores produtores, qual a qualidade desses produtos oferecidos ao mercado, quais as melhores técnicas para preservar os compostos benéficos à saúde, além de lacunas que possam instigar a mais pesquisas elucidativas.

2. Metodologia

Artigo de revisão narrativa da literatura, com ênfase na bibliometria, que segundo Tague-Sutcliffe (1992), se refere a um estudo quantitativo da produção científica com disseminação e publicação de resultados medidos conforme modelos e padrões estatísticos.

A pesquisa consistiu inicialmente na consulta à base de dados Scopus para selecionar documentos que abordassem no título, resumo e palavras chave os descritores "Azeite de Oliva" e "Bioativos". Após, a pesquisa foi refinada almejando como forma de documento somente artigos, estes com publicação nos anos de 2021 e 2022:

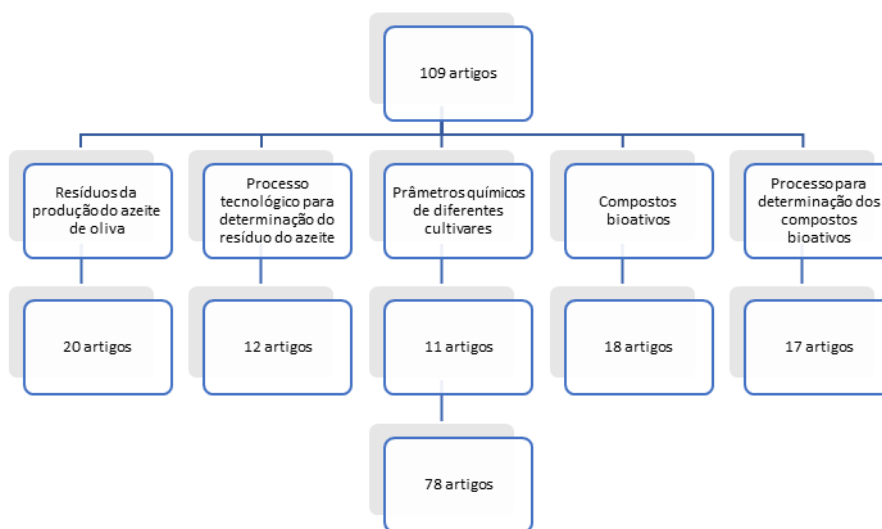
Azeite de oliva e Bioativos → 846 documentos → 109 artigos

Posteriormente os artigos selecionados foram direcionados para análise bibliométrica, com auxílio da ferramenta "Bibliometrix" do RStudio® versão 7.6 do software, como forma de melhor apresentar os dados trabalhados, conforme exposto na Figura 1, a qual elucida a produção científica anual e os países que mais publicam, além de uma Word Cloud gerada através das palavras mais citadas nos resumos em relação ao tema proposto e um mapa fatorial de termos para complementar a Word Cloud.

3. Resultados e Discussão

Em posse dos 109 artigos pré-selecionados, fez-se um novo refinamento excluindo-se artigos que trouxeram questões referentes a compostos bioativos em produtos alimentícios diversos de azeite de oliva ou de seu resíduo, ou que fossem repetidos, analisando-se então 78 artigos, os quais foram categorizados em cinco tópicos de maior importância, evidenciado nas Word Cloud, conforme mostra Figura 2.

Figura 2 – Artigos analisados referente a compostos bioativos em azeite de oliva e seus resíduos, publicados em 2021 e 2022.



Fonte: Autores.

Algo que merece atenção se refere a questão da sustentabilidade, um dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), visto que embora nas Word Cloud não tenha recebido destaque, tem-se trabalhado muito com resíduos da produção de azeite de oliva, comprovado pelos 20 artigos relacionados a resíduos e 12 em relação ao processo tecnológico para sua determinação, perfazendo assim, 41% dos artigos analisados no presente estudo, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1 – Artigos relacionados a subprodutos resultantes da produção de azeite de oliva.

Título do artigo	Tema abordado	Fonte
Effect of olive mill wastewaters on <i>Scenedesmus</i> sp. growth, metabolism and polyphenols removal	Cultivo de microalgas para utilizar a água residual contaminada pela extração do azeite	Journal of the Science of Food and Agriculture
Distribution of bioactives in entire mill chain from the drupe to the oil and wastes	Aproveitamento de compostos bioativos em toda a cadeia de produção de azeite	Natural Product Research
Enhancing the nutritional and functional properties of <i>Pleurotus citrinopileatus</i> mushrooms through the exploitation of winery and olive mill wastes	Resíduo da fabricação de azeite como substrato para cultivo de cogumelos comestíveis	Food Chemistry
Dietary Supplementation of Olive Mill Waste Water Polyphenols in Rabbits: Evaluation of the Potential Effects on Hepatic Apoptosis, Inflammation and Metabolism through RT-qPCR Approach	Dieta para coelhos com complemento polifenólico obtido a partir de água residual da produção de azeite, melhorando o bem estar animal e reduzindo o impacto ambiental.	Animals
Comparative Cytotoxic Activity of Hydroxytyrosol and Its Semisynthetic Lipophilic Derivatives in Prostate Cancer Cells	Efeito <i>in vitro</i> de hidroxitirosol isolado de águas residuais da indústria de olivas contra células de câncer de próstata	Antioxidants
Chemical Composition and Antimicrobial Activity of a New Olive Pomace Functional Ingredient	Ingrediente funcional de diferentes bagaços de azeitona foi analisado quanto ao perfil nutricional, químico e antioxidante, bem como atividade antimicrobiana,	Pharmaceuticals

	demonstrando potencial como conservante natural e melhoramento no perfil nutricional	
Antioxidant quantification in different portions obtained during olive oil extraction process in an olive oil press mill	Caracterização dos principais compostos bioativos (tocofenóis e fenóis) em azeitonas, azeite e subproduto de quatro cultivares cultivadas em áreas de Calábria, considerando também o efeito do período de colheita, a capacidade antioxidante e os compostos fenólicos totais.	Journal of the Science of Food and Agriculture
Exploitation of virgin olive oil by-products (olea europaea L.): phenolic and volatile compounds transformations phenomena in fresh two-phase olive	Transformação de compostos fenólicos e voláteis do bagaço de azeitona fresco armazenado em condições de temperatura controlada, analisada por espectrometria de massa com detector de cromatografia líquida de alta eficiência e cromatografia gasosa com microextração em fase sólida.	Journal of the Science of Food and Agriculture
Essential Oil Volatile Fingerprint Differentiates Croatian cv. Oblica from Other Olea europaea L. Cultivars	Compostos bioativos das folhas de oliva comprovaram maior quantidade de fenólicos nos meses de verão.	Molecules
Food by-products valorisation: Grape pomace and olive pomace (paté) as sources of phenolic compounds and fiber for enrichment of tagliatelle pasta	Bagaço de uva e oliva como fontes de compostos fenólicos para enriquecer massa	Food Chemistry
Determination of the Variability of Bioactive Compounds and Minerals in Olive Leaf along an Agronomic Cycle	Variabilidade de compostos bioativos e minerais em folha de oliveira ao longo de um ciclo agrônomico.	Agronomy
Antioxidant and Neuroprotective Activity of Extra Virgin Olive Oil Extracts Obtained from Quercetano Cultivar Trees Grown in Different Areas of the Tuscany Region (Italy)	Potenciais efeitos antioxidantes e neuroprotetores de dois extratos de árvores Quercetano cultivadas em áreas distintas de Toscana, destacando impacto do solo e clima na composição fenólica.	Antioxidants
Assessment of Antioxidant and Antimicrobial Compounds of Volatiles from Leaves, Stems and Flowers of Olives	Voláteis extraídos de folhas, caules e flores de cultivares Arquebina e Koroneiki da Tunísia foram testados em relação a atividade antimicrobiana e antioxidante.	Polish Journal of Environmental Studies
Are olive pomace powders a safe source of bioactives and nutrients?	Verificação do potencial nutricional de subprodutos da produção de azeite	Journal of the Science of Food and Agriculture
Hydroxytyrosol and Oleuropein-Enriched Extracts Obtained from Olive Oil Wastes and By-Products as Active Antioxidant Ingredients for Poly (Vinyl Alcohol)-Based Films	Sustentabilidade representada pelo uso de extratos obtidos do resíduo de azeite e usados como antioxidante em filmes polivinil.	Molecules
Colonic In Vitro Model Assessment of the Prebiotic Potential of Bread Fortified with Polyphenols Rich Olive Fiber	Evidente papel prebiótico do pão enriquecido com fibra de oliveira rica em polifenóis.	Nutrients
Enrichment of Olive Oil with Polyphenols from Oleaster Leaves Using Central Composite Design for the Experimental Measurements	Análise de cromatografia líquida mostrou que o processo de enriquecimento com folhas oleaster melhorou o perfil fenólico do azeite enriquecido.	Analytical Letters
Olive Fruit and Leaf Wastes as Bioactive Ingredients for Cosmetics - A Preliminary Study	Uso de compostos bioativos de subprodutos de oliva no desenvolvimento de cosméticos enriquecidos com extrato de oleuropeína, refletindo o potencial de subprodutos como ingredientes cosméticos.	Antioxidants
Valorization of the Olive Oil Production Residue: Healthy Ingredient for Developing High Value-Added Spread	Desenvolvimento de produto a base de oliva enriquecido com proteína, compostos antioxidantes e com propriedades funcionais.	Sustainability
Stability of Bioactive Compounds in Olive-Pomace Oil at Frying Temperature and Incorporation into Fried Foods	Compostos bioativos menores resultaram em alta estabilidade quando avaliados à temperatura de fritura.	Foods

Fonte: Autores.

Grande quantidade de subprodutos são gerados na industrialização, principalmente bagaços de oliva e água residual, sendo esta considerada um efluente poluente devido sua concentração de matéria orgânica e nutrientes, necessitando de tratamento antes da eliminação, ou ainda, de preferência, ser reutilizada, visto ser grande fonte de fenólicos, em especial hidroxitirosol (Moussa et al., 2021; Russo et al., 2021).

Estudo com coelhos mostrou que os polifenóis dietéticos da água residual estão diretamente relacionados com as vias hepáticas, prevenindo os efeitos nocivos do estresse oxidativo no sistema celular de animais como coelhos (Capelli et al., 2021), já, especificamente ao hidroxitirol isolado de águas residuais, outro trabalho mostrou efeito positivo contra células de câncer de próstata (Muñoz-González et al., 2021).

No entanto, cabe salientar que a maior quantidade de antioxidantes fenólicos se concentram nas águas residuais, variando seu teor quanto ao cultivar, sendo mais abundantes na primeira colheita e nos meses de verão (De Bruno, et al., 2021; Popovic et al., 2021). Também Martínez-Navarro et al. (2021) comprovaram que a temporada de poda foi o melhor momento para aproveitar a folha, devido ao alto teor de oleuropeína, além da variedade ser o fator que mais afetou os compostos fenólicos.

Ainda, para preservar o fitocomplexo fenólico natural do bagaço de azeitona antes da secagem e para evitar desenvolvimento de sabores estranhos deve-se evitar armazenamento em recipientes abertos e dar preferência para armazenamento curto em baixas temperaturas (Cecchi et al., 2021).

A viabilidade para o uso dos resíduos decorrentes da produção de azeite vão ao encontro dos resultados encontrados por Naija et al. (2021) em que voláteis extraídos de folhas e caules de cultivares Arquebina e Koroneiki da Tunísia foram testados, demonstrando boa atividade antioxidante e antimicrobiana atingindo em muitos casos 100% de inibição.

Quanto aos nutrientes, encontrou-se na porção líquida do bagaço de oliva uma quantidade significativa de manitol, potássio, hidroxitirosol e quantidade significativa de fenólicos e atividade antioxidante; já no pó do bagaço observou-se fonte razoável de proteína, propriedades funcionais e da mesma forma capacidade antioxidante (Ribeiro et al., 2021).

Assim, por ser seguro e nutritivo, esses resíduos podem ser usados como antioxidantes em filmes polivinil (Luzi et al., 2021), como prebióticos em pão enriquecido com fibra rica em polifenóis (Nissen et al., 2021), agregando compostos fenólicos a massas adicionadas de bagaço de oliva (Balli, et al., 2021), no melhoramento do perfil fenólico do azeite enriquecido com folhas de oleaster (Hannachi & Elfalleh, 2021) no desenvolvimento de cosméticos enriquecidos com extrato de oleuropeína (Cádiz-Gurrea, et al., 2021).

Corroborando, Andreou, et al., (2021) desenvolveram um produto a base de oliva em que o azeite foi extraído por prensagem a frio e através de processos convencionais removeram certo teor de oleuropeína, diminuindo seu sabor amargo, embora nutricionalmente seja conveniente preservá-lo. A preparação consistiu de 50% de resíduo de oliva enriquecido com 25% de mel e 25% de proteína de nozes. Foram realizadas análises microbiológicas, de compostos fenólicos e estabilidade oxidativa, além de avaliação sensorial do produto durante armazenamento. Alcançou-se um produto com validade estimada de 9,5 meses em armazenamento a 4°C; avaliação organoléptica demonstrou semelhança com pasta de amendoim, com potencial para ser consumido como alimento com alto teor de proteína, fibra bruta e ácidos graxos essenciais.

Em se tratando de compostos bioativos menores em óleos de bagaço de azeitona (esqualeno, tocofenóis, esteróis, ácidos e álcoois triterpênicos e alifáticos) foram avaliados à temperatura de fritura, resultando em alta estabilidade, visto que todos os óleos extraídos da azeitona apresentam estabilidade à oxidação térmica, sendo adequados portanto para frituras, no entanto, quando usados para operações de fritura repetidas seu conteúdo de compostos fenólicos (principal proteção antioxidante) diminuiu significativamente (Ruiz-Méndez, et al., 2021).

Porém, a forma de extração dos compostos bioativos influencia muito na sua preservação, potencializando ou não seus principais atributos (Tabela 2). Por exemplo, a extração de compostos fenólicos do caroço de azeitona extraído por micro-ondas, de seis cultivares da Argélia, mostrou-se como melhor estratégia em termos de recuperação do conteúdo fenólico total quando comparado com método convencional (Djemaa-Landri et al., 2021).

Tabela 2 – Artigos relacionados aos processos tecnológicos para determinação dos subprodutos da industrialização do azeite.

Título do artigo	Tema abordado	Fonte
Phenolic content, antioxidant and anti-inflammatory activities of some Algerian olive stone extracts obtained by conventional solvent and microwave-assisted extractions under optimized conditions	Caroço de azeitona de cultivares argelinos, como subproduto, extraído de forma convencional e por micro-ondas.	Journal of Food Measurement and Characterization
Development and validation of an HPLC-DAD method for determination of oleuropein and other bioactive compounds in olive leaf by-products	Confirmação da eficiência de um método validado para extração por micro-ondas de oleuropeína e outros compostos bioativos na folha de oliva.	Journal of the Science of Food and Agriculture
Novel Processes for the Extraction of Phenolic Compounds from Olive Pomace and Their Protection by Encapsulation	Processo para extração de compostos fenólicos de bagaço de oliva e sua proteção por encapsulamento ou incorporação em nanoemulsões, por diversos meios de extração, como micro-ondas, homogeneização, ultrassom e alta pressão hidrostática.	Molecules
Development of extra virgin olive and olive pomace oil nanoemulsions (o/w and w/o) enriched with surface-active phenolic compounds	Comparação da eficácia do azeite extra virgem e do óleo de bagaço de oliva na formação de nanoemulsões enriquecidas com compostos fenólicos extraídos do caroço da azeitona.	Journal of Food Process Engineering
Preliminary Investigation of Different Drying Systems to Preserve Hydroxytyrosol and Its Derivatives in Olive Oil Filter Cake Pressurized Liquid Extracts	Combinação de Extração Líquida Pressurizada com secagem por congelamento resultou em melhor procedimento para recuperar compostos fenólicos do subproduto do azeite no filtro.	Foods
Pressurized Liquid Extraction Optimization from Supercritical Defatted Olive Pomace: A Green and Selective Phenolic Extraction Process	Extração Líquida Pressurizada de bagaço de oliva desengordurado, extração fenólica e seletiva	ACS Sustainable Chemistry and Engineering
Near Infrared (NIR) Spectroscopy as a Tool to Assess Blends Composition and Discriminate Antioxidant Activity of Olive Pomace Cultivars	Espectroscopia Infravermelha usada como uma técnica analítica verde para avaliar a composição e atividade de bagaço de oliveira de forma ambientalmente amigável.	Waste and Biomass Valorization
β -cyclodextrin enhanced ultrasound-assisted extraction as a green method to recover olive pomace bioactive compounds	Método de extração por Ultrassom assistido pode ser uma opção ecológica para extrair compostos de valor agregado de subprodutos industriais.	Journal of Food Processing and Preservation
Water as a Solvent of Election for Obtaining Oleuropein-Rich Extracts from Olive (<i>Olea europaea</i>) Leaves	Água quente como um bom solvente para extração de compostos bioativos de folhas de oliva, obtendo um extrato contendo oleuropeína em altas quantidades.	Agronomy
Concentration of Bioactive Phenolic Compounds in Olive Mill Wastewater by Direct Contact Membrane Distillation	Aproveitamento das águas residuais da produção de azeite, ricas em fenólicos, por destilação de membrana de contato.	Molecules
Valorization of seabuckthorn pomace to obtain bioactive carotenoids: An innovative approach of using green extraction techniques (ultrasonic and microwave-assisted extractions) synergized with green solvents (edible oils)	Uso de extração verde (ultrassom e micro-ondas) com solventes verdes (azeites comestíveis) para obter carotenóides bioativos de bagaço.	Industrial Crops & Products
Phenolic Compounds from Irradiated Olive Wastes: Optimization of the Heat-Assisted Extraction Using Response Surface Methodology	Efeito do tempo de extração, temperatura e concentração de solventes no rendimento de polifenóis de bagaço de oliva irradiada.	Chemosensors

Fonte: Autores.

Para confirmar a eficiência do uso de micro-ondas, um método de detecção foi validado para a determinação da oleuropeína e outros compostos bioativos das folhas da azeitona, o qual consistiu em um micro-ondas à base de água e uma cromatografia líquida seletiva e precisa de alto desempenho com matriz de diodo, mostrando o novo método boa linearidade e precisão (Martínez-Navarro et al., 2021).

Outros métodos promissores, como a microencapsulação e a nanoemulsão tem apresentado resultados satisfatórios em termos de incorporar compostos fenólicos em produtos alimentícios, a fim de melhorar sua estabilidade antioxidativa e valor nutricional (Chanoti, et al., 2021).

Comparando a eficácia do azeite extra virgem e do óleo de bagaço de oliva na formação de nanoemulsões obteve-se que ambas nanoemulsões produzidas apresentaram propriedades desejáveis em termos de estabilidade, diâmetro da gota, dispersidade e viscosidade, além de estabilidade física e química satisfatória durante armazenamento, chegando-se a conclusão de que é possível preparar nanoemulsões usando o azeite e o bagaço e que a incorporação de compostos bioativos pode afetar significativamente as propriedades das nanoemulsões melhorando sua estabilidade cinética e química (Katsouli et al., 2021).

Também a Extração Líquida Pressurizada tem se mostrado efetiva para recuperar compostos fenólicos de subprodutos (López- Salas et al., 2021; Katsinas et al., 2021); além da destilação das águas residuais com membrana de contato direto para separar, purificar e concentrar compostos fenólicos bioativos da água como alternativa ao uso de extração líquido-líquido e cromatográfico ressaltando que convém tratar a água residual da produção de azeite por dois motivos, primeiro por ser altamente contaminante e uso dispendioso, segundo por essa água ser fonte rica de compostos fenólicos, sendo incoerente seu descarte (Tundis et al., 2021).

Quanto a irradiação, efeito do tempo de extração, temperatura e concentração de solventes no rendimento de polifenóis de bagaço de oliva irradiada foi testada, demonstrando como ideal o tempo de 120 minutos, em 85°C e 76% de etanol na água, apontando através dos resultados encontrados o potencial do resíduo de azeitona como alternativa para obter compostos que podem ser usados como ingredientes para a indústria alimentar (Madureira et al., 2021).

E por fim, ao que diz respeito as técnicas empregadas para os subprodutos, uma tendência atual muito expressiva é em relação a demanda por técnicas analíticas ambientalmente corretas, como a Espectroscopia Infravermelha, livre de reagentes, consequentemente não gerando efluentes (Páscoa et al., 2021). Também o método de extração por ultrassom assistida pode ser vista como uma opção ecológica (Maraulo, et al., 2021), o uso da água quente como solvente para recuperação de fenóis de folhas de oliva foi usado em detrimento aos solventes orgânicos (Monteleone et al., 2021). Assim, tecnologias verdes são incentivadas para extração de compostos e maior aplicação industrial de pigmentos naturais (Sharma, et al., 2022).

Em se tratando propriamente do azeite de oliva e não mais de seus subprodutos, vários artigos tem sido publicados na intenção de comparar cultivares de diferentes partes do mundo (Tabela 3), destacando-se a Itália como grande interessada em divulgar os parâmetros químicos de seus azeites. Publicações desse país mostram que cultivar e tempo de amadurecimento afetam os parâmetros químicos das frutas de oliva (Federica et al., 2021), além das regiões de cultivo e processamentos diferenciados (Losito et al., 2021).

Tabela 3– Artigos relacionados aos parâmetros químicos de azeites de oliva de diversas partes do mundo.

Título do artigo	Tema abordado	Fonte
The effect of harvesting time on olive fruits and oils quality parameters of Tortiglione and Dritta olive cultivars	Parâmetros químicos de dois cultivares italianos relacionados ao tempo de colheita.	European Journal of Lipid Science and Technology
Study on Extra Virgin Olive Oil: Quality Evaluation by Anti-Radical Activity, Color Analysis, and Polyphenolic HPLC-DAD Analysis	Qualidade de óleos e azeites adquiridos no mercado italiano e adquiridos diretamente da fábrica diferiram muito.	Foods
Bioactive Potential of Minor Italian Olive Genotypes from Apulia, Sardinia and Abruzzo	Valorização de cultivares menores e autóctones da Itália Central e do Sul, comparando a quantidade de fenóis durante diversos estágios de amadurecimento.	Foods
Bioactive Secoiridoids in Italian Extra-Virgin Olive Oils: Impact of Olive Plant Cultivars, Cultivation Regions and Processing	Impacto de cultivares de olivas, regiões de cultivo e processamento em compostos bioativos em azeites extra virgem italianos.	Molecules
Quality parameters, chemical compositions and antioxidant activities of Calabrian (Italy) monovarietal extra virgin olive oils from autochthonous (Ottobratica) and allochthonous (Coratina, Leccino, and Nocellara Del Belice) varieties	Análise da qualidade, composição química e atividade antioxidante de quatro variedades de azeites de oliva extra virgem de Calábria- Itália.	Journal of Food Measurement and Characterization
Phenolic Compounds and Triterpenes in Different Olive Tissues and Olive Oil By-Products, and Cytotoxicity on Human Colorectal Cancer Cells: The Case of Frantoio, Moraiolo and Leccino Cultivars (Olea europaea L.)	Análise de três cultivares de azeitonas típicas de Toscana, coletadas no mês de outubro.	Foods
Chemometric Study of Fatty Acid Composition of Virgin Olive Oil from Four Widespread Greek Cultivars	Composição de ácidos graxos de cultivares de azeite de oliva virgem grego.	Molecules
Antioxidant properties and fatty acid profile of cretan extra virgin bioolive oils: a pilot study	Avaliação das propriedades antioxidantes e do perfil de ácidos graxos bioativos de azeites extra virgens de Creta em comparação com os espanhóis, italianos e gregos comerciais.	International Journal of Food Science
Geographical Characterization of Olive Oils from the North Aegean Region Based on the Analysis of Biophenols with UHPLC-QTOF-MS	Determinação de biofenóis em azeites extra virgens gregos de cinco ilhas do Mar Egeu, comprovando influência de ordem geográfica, cultivar e parâmetros tecnológicos e agrônômicos.	Foods
Virgin Olive Oils from Super-High-Density Orchards in California: Impact of Cultivar, Harvest Time, and Crop Season on Quality and Chemical Composition	Azeites virgens de pomares da Califórnia, Arquebina, Arbosana e Koroneiki em relação ao cultivar, tempo de colheita, temporada e composição química.	European Journal of Lipid Science and Technology
Volatiles as markers of bioactive components found in Croatian extra virgin olive oils	O perfil de compostos de aroma voláteis encontrados em azeites de oliva extra virgem de Croata podem ser usados para além do efeito antioxidante.	LWT

Fonte: Autores.

Com a justificativa de que o azeite de oliva extra virgem é um dos alimentos mais relevantes da dieta mediterrânea e reconhecido como um alimento funcional se consumido habitualmente, sua qualidade deve ser continuamente monitorada. Nesse contexto, Cairone, et al., (2021) avaliaram a qualidade dos óleos disponíveis no mercado italiano e os adquiridos diretamente da fábrica ou do supermercado e rotulados como azeites extra virgem e confirmaram uma variação muito alta em termos de qualidade, tanto em óleos comprados diretamente de fábricas em toda a Itália, mas também em óleos rotulados como 100% de origem italiana.

Outro estudo com cultivares menores e autóctones da Itália Central e do Sul mostrou diferença entre eles no conteúdo de oleaceína e fenólico total, comparados em diferentes estágios de amadurecimento, além de concluírem que produção menor,

estável e com um agro-sistema de baixo insumo, pode fornecer uma contribuição notável para a melhoria da cadeia de produção de oliva italiana, podendo se tornar muito rentável economicamente (Sabetta et al., 2021).

Em Calábria foi analisada qualidade, composição química e atividade antioxidante de quatro variedades de azeites extra virgem, onde os resultados evidenciaram que todos os azeites apresentaram boa qualidade físico-química, dentro dos limites indicados pelas regulamentações emitidas pela União Europeia e pelo Conselho Internacional de Oliveira para um azeite de oliva extra virgem, por seu conteúdo de compostos bioativos (Sicari et al., 2021).

Ainda na Itália, em Toscana, foram analisadas três cultivares de azeitonas, coletadas no mês de outubro, e verificou-se que a oleuropeína foi dominante em folhas, ramos e frutos; hidroxitirosol foram os principais compostos fenólicos encontrados no bagaço da azeitona e a casca da oliva resultou em menor fonte de fenóis totais (Xie et al., 2021).

Parâmetros químicos também foram analisados em azeites de oliva virgem grego, em que os achados demonstraram características especiais de amostras de quatro cultivares e sua diferenciação botânica bem sucedida com base na composição de ácidos graxos (Revelou et al., 2021). Em Creta foram avaliadas propriedades antioxidantes e do perfil de ácidos graxos bioativos de azeites extra virgem em comparação com os espanhóis, italianos e gregos comerciais, onde perceberam que a amostra 1 de Creta tinha capacidade antioxidante cerca de 15% maior e teor de polifenol total cerca de 60% maior do que os azeites de oliva extra virgem espanhóis, italianos e gregos, demonstrando também composição favorável de ácidos graxos, principalmente linoléico e α -linolênico, já a amostra 2 de Creta não diferiu significativamente de gregos comerciais (Nowak, et al., 2021).

Em cinco ilhas do Mar Egeu foram determinados biofenóis em azeites extra virgens gregos, através de cromatografia líquida de ultra-alto desempenho. Diferenças significativas foram encontradas entre as ilhas com base no conteúdo fenólico geral e também nos níveis de concentração de compostos individuais, comprovando novamente que a composição de biofenóis podem ser influenciadas pela origem geográfica, cultivar, bem como por parâmetros tecnológicos e agrônômicos (Kritikou et al., 2021).

Corroborando com esses resultados, parâmetros químicos identificados em cultivares Arquebina, Arbosana e Koroneiki, de pomares da Califórnia, relacionando a época de colheita e safra com as características das frutas de oliva e da azeitona, além da qualidade do óleo. O teor de óleo da fruta atingiu um patamar em novembro para Arquebina e Arbosana, enquanto a taxa de acumulação foi mantida constante até o início de dezembro para o cultivar Koroneiki, já os ácidos graxos livres não foram afetados por nenhum dos fatores considerados, no entanto o teor de clorofila diminuiu com o tempo de colheita, mais rapidamente em Arquebina e Arbosana do que em Koroneiki (Polari, et al., 2021).

Após detalhamento de formas de obtenção e preservação de compostos bioativos em azeites e seus subprodutos cabe ressaltar as propriedades dos compostos fenólicos (Tabela 4), como no caso do hidroxitirosol, importante componente com função anti-inflamatória (Alemán-Jiménez et al., 2021).

Tabela 4– Artigos relacionados as propriedades dos compostos bioativos encontrados em azeites de oliva e seus subprodutos.

Título do artigo	Tema abordado	Fonte
Unravelling the capacity of hydroxytyrosol and its lipophenolic derivatives to modulate the H ₂ O ₂ -induced isoprostanoid profile of THP-1 monocytes by UHPLC-QqQ-MS/MS lipidomic workflow	Compostos fenólicos atuando nos processos inflamatórios, principalmente os derivados de hidroxitirosol.	Microchemical Journal
Carolea olive oil enriched with an infusion of Capsicum annuum and C. chinense dried pepper powders to produce an added value flavoured olive oils	Avaliação da qualidade de azeite acrescido de especiarias ricas em polifenóis, terpenóides e carotenóides.	Journal of Food Processing and Preservation
Shelf-Life Evaluation of “San Marzano” Dried Tomato Slices Preserved in Extra Virgin Olive Oil	Tomate seco preservado em azeite de oliva extra virgem, em que os compostos bioativos do tomate refletem no aumento da atividade antioxidante do azeite.	Foods
Increasing the Bioaccessibility of Antioxidants in Tomato Pomace Using Excipient Emulsions	Emulsão de azeite de oliva para aumentar a biodisponibilidade de licopeno e outros antioxidantes no extrato de tomate.	Food Biophysics

Olive Polyphenols: Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties	Vários resultados tanto in vitro quanto em animais destacam a capacidade dos polifenóis do azeite de oliva quanto a capacidade antioxidante e anti-inflamatória, contribuindo na prevenção de diversas patologias.	Antioxidants
Single Cell Oil (SCO)–Based Bioactive Compounds: I—Enzymatic Synthesis of Fatty Acid Amides Using SCOs as Acyl Group Donors and Their Biological Activities	Amidas de ácido graxo tem inúmeras aplicações industriais além de potencial atividade antimicrobiana e anticancerígena.	Applied Biochemistry and Biotechnology
Vegetable oils protect phycocyanin from thermal degradation during cooking of spirulina-based “crostini”	Incorporação de azeite de oliva virgem beneficiando produto de panificação.	LWT
From Green Technology to Functional Olive Oils: Assessing the Best Combination of Olive Tree-Related Extracts with Complementary Bioactivities	Combinação de compostos bioativos trouxeram melhor resposta para preparo de produto nutracêutico que produtos isolados.	Antioxidants
May bioactive compounds from the olive fruit improve the postprandial insulin response in healthy adults?	Enriquecimento de azeite de oliva com compostos bioativos da azeitona melhoram a liberação de insulina pós-prandial.	Journal of Functional Foods
Hydroxytyrosol and Oleuropein-Enriched Extracts Obtained from Olive Oil Wastes and By-Products as Active Antioxidant Ingredients for Poly (Vinyl Alcohol)-Based Films	Ingredientes antioxidantes auxiliando no metabolismo e resistência muscular, acumulando energia.	Molecules
Hydroxytyrosol acetate improves the cognitive function of APP/PS1 transgenic mice in ERβ-dependent manner	Composto bioativo acetato hidroxitirosol como promissor nutriente neuroprotetor usado para aliviar disfunção cognitiva no Alzheimer.	Molecular Nutrition & Food Research
Total Phenolic Fraction (TPF) from Extra Virgin Olive Oil: Induction of apoptotic-like cell death in Leishmania spp. promastigotes and in vivo potential of therapeutic immunomodulation	Efeito anti-leishmaniose da fração fenólica total do azeite de oliva extra virgem, visto fitocompostos bioativos alternativos como fonte promissora para novas drogas anti-leishmaniose.	PLOS Neglected Tropical Diseases
Antioxidant and Pro-Oxidant Capacities as Mechanisms of Photoprotection of Olive Polyphenols on UVA-Damaged Human Keratinocytes	Capacidade antioxidante e pró-oxidante como mecanismo de fotoproteção de polifenóis de oliva em UVA, obtidos pela água residual do processamento de azeite.	Molecules
Effect of adding fungal β-carotene to picual extra virgin olive oils on their physical and chemical properties	Azeite extra virgem acrescido de Betacaroteno mostrou eficácia no aumento de vida útil, valor nutricional e resistência à degradação.	Journal of Food Processing and Preservation
The Potential of Virgin Olive Oil from cv. Chondrolia Chalkidikis and Chalkidiki (Greece) to Bear Health Claims according to the European Legislation	Durante armazenamento o perfil nutricional de duas variedades de azeite virgem da Grécia atenderam aos requisitos de saúde de acordo com a legislação europeia autorizados para ácido oleico, vitamina E e polifenóis .	Molecules
Fatty Acid Hydroxytyrosyl Esters of Olive Oils Are Bioaccessible According to Simulated In Vitro Gastrointestinal Digestion: Unraveling the Role of Digestive Enzymes on Their Stability	Digestão gastrointestinal in vitro para determinar a bioaccessibilidade de lipofenóis.	Journal of Agricultural and Food Chemistry
Effects of Oleuropein on Epirubicin and Cyclophosphamide Combination Treatment in Rats	Efeitos da oleuropeína na ciclofosfamida e na toxicidade induzida pela epirubicina em ratas, evidenciando que a oleuropeína pode ser um agente benéfico contra a toxicidade de drogas.	Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences
Epigenetic Modifications Induced by Olive Oil and Its Phenolic Compounds: A Systematic Review	Revisão sobre modificações epigenéticas induzidas pelo azeite e seus compostos fenólicos.	Molecules

Fonte: Autores.

Porém, devido ao sabor marcante de alguns compostos fenólicos, em especial a oleuropeína, indesejável por alguns consumidores, especiarias tem sido utilizadas para aumentar a palatabilidade dos alimentos, como por exemplo a pimenta chilli, que além de melhorar o sabor, fornece efeitos biológicos por ser rica em polifenóis, terpenos e carotenóides, estendendo ainda sua vida útil (Loizzo et al., 2021).

Além do azeite gourmetizado outra técnica culinária bastante apreciada é o de tomate seco preservado em azeite de oliva extra virgem, fazendo com que aumente a biodisponibilidade do licopeno (SICARI et al., 2021), da mesma forma que o extrato de tomate, favorecendo assim a principal característica dos compostos fenólicos, que é a de atividade antioxidante (Nemli, et al., 2021). Também Bucciattini, et al., (2021) após realizarem uma extensa revisão da literatura concluíram que a abundância dos polifenóis em azeites extra virgens apresentam mecanismos moleculares de ação contra inflamação e oxidação, *in vitro* e *in vivo*.

As amidas de ácido graxo são de grande interesse devido às suas amplas aplicações industriais, no entanto, a síntese de amidas foi monitorada e constatou-se também atividade antimicrobiana, especialmente aquelas que contêm ácido oleico em altas proporções, como os derivados do azeite, atuando contra vários microrganismos patogênicos humanos, além de propriedades anticancerígenas contra células cancerígenas ovariana (El-Baz et al., 2021).

Em relação a aplicação industrial, incorporação de azeite de oliva virgem em produto de panificação pode ser útil, visto que protege a ficocyanina, que pode ser usada então como um corante natural e componente bioativo para produtos de padaria (Niccolai et al., 2021).

Em se tratando de corante, azeite extra virgem foi acrescido de Betacaroteno, demonstrando eficácia no aumento de vida útil, valor nutricional e resistência à degradação. Quanto ao uso do micro-ondas e exposição a luz, exceto pela acidez livre, todos os parâmetros físicos do azeite quanto a qualidade foram alterados, no entanto foram menos evidentes nas amostras enriquecidas com betacaroteno, sugerindo um efeito protetor à degradação (Murillo-Cruz, et al., 2021).

Também foi percebido que combinação de compostos bioativos trouxeram melhor resposta para preparo de produto nutracêutico com propriedades cardioprotetora que produtos isolados (Hernández et al., 2021).

Outras propriedades dos compostos bioativos presentes no azeite de oliva se referem a melhor liberação de insulina pós-prandial (Sanchez-Rodriguez et al., 2021), regulação do metabolismo e resistência muscular (Luzi et al., 2021), neuroprotetor aliviando disfunção cognitiva no Alzheimer (Qin et al., 2021), efeito anti-leishmaniose (Karampetsou et al., 2021).

Quanto a alegação de saúde, a legislação alimentar europeia autoriza o uso de certas reivindicações. Assim, duas variedades de azeite da Grécia foram submetidas a análise da composição, atendendo aos requisitos de saúde para ácido oleico, vitamina E e polifenóis no azeite virgem (Mastralexi & Tsimidou, 2021).

Porém, além de conhecer a composição química dos azeites e seus subprodutos, a acessibilidade de seus compostos bioativos, como os lipofenóis (compostos por ácidos graxo e e um nucleo fenólico) deve ser investigada. Com essa intenção uma digestão gastrointestinal *in vitro* foi simulada, identificando que durante a digestão intestinal, com pancreatina, houve formação de novos derivados de lipofenólicos, conduzindo a novas aplicações para matrizes oleosas e seus subprodutos como potenciais ingredientes funcionais para a promoção da saúde (Alemán-Jiménez et al., 2021).

Outros benefícios foram comprovados quando verificados efeitos da oleuropeína na ciclofosfasfamida e na toxicidade induzida pela epirubicina em ratas, visto que a oleuropeína reduziu os danos de DNA, ameninou parâmetros de hemograma e outros bioquímicos que se deterioram devido as drogas antineoplásicas, aumentou os antioxidantes e reduziu o nível de malondialdeído no coração, rim e tecidos hepáticos, concluindo-se portanto que a oleuropeína pode ser um agente benéfico contra a toxicidade de drogas (Karakoç & Sekkin, 2021).

Contudo, uma revisão sobre modificações epigenéticas induzidas pelo azeite e seus compostos fenólicos foi realizada por Fabiani, et al., (2021), os quais manifestaram que embora muitos estudos demonstram que o azeite de oliva, especialmente o extra virgem, através de seus compostos fenólicos apresentam atividade anticâncer, anti-inflamatória, anti-envelhecimento e neuroprotetoras; efeitos atribuídos à capacidade desses compostos para induzir modificações epigenéticas, nesse estudo não foram fornecidas evidências diretas sobre as consequências induzidas pelo azeite de oliva extra virgem e seus compostos fenólicos.

Por fim, expõe-se métodos de processamento para determinação dos compostos bioativos (Tabela 5), complementando e/ou ressaltando os já mencionados anteriormente para determinação de compostos de resíduos da produção de azeite de oliva, de forma que possam nortear pesquisadores em sua reprodução caso haja interesse.

Tabela 5 - Artigos relacionados ao processamento para determinação dos compostos bioativos de azeites de oliva.

Título do artigo	Tema abordado	Fonte
Kinetic study of the microwave-induced thermal degradation of cv. Arbequina olive oils flavored with lemon verbena essential oil	Efeito do micro-ondas nos compostos bioativos e atividade antioxidante de azeite de oliva normal e aromatizado com óleo essencial.	Journal of the American Oil Chemists
Oleogelation of extra virgin olive oil by different oleogelators affects the physical properties and the stability of bioactive compounds	Alternativa versátil de consumir o azeite de oliva em forma de óleo gel (oleogelatinização), além de melhorar a estabilidade oxidativa durante o armazenamento.	Food Chemistry
Emulsion gels as delivery systems for phenolic compounds: Nutritional, technological and structural properties	Gel de emulsão apresenta característica promissora no fornecimento de compostos bioativos como polifenóis, favorecendo propriedades nutricionais, tecnológicas e estruturais.	Food Chemistry
Degradation of the polar lipid and fatty acid molecular species in extra virgin olive oil during storage based on shotgun lipidomics	Degradação de lipídeos polares e ácidos graxos livres em azeite extra virgem durante armazenamento com base em shotgun lipidomics.	Journal of Chromatography A
How olive washing and storage affect to fruit ethanol and virgin olive oil ethanol, ethyl esters and composition	Armazenamento da azeitona deve ser evitado ou reduzido por menos de 12 horas e não devem ser lavadas antes do armazenamento, por perderem características sensoriais e síntese do etano.	Journal of the Science of Food and Agriculture
Highly sensitive nanoplatfrom based on green gold sononanoparticles for phenol determination in olive oil	Sensor analítico ecológico com baixo limite de detecção, alta sensibilidade, excelente repetitividade, baixo custo e processo de preparação simples para determinação de fenol em amostra de azeite.	Journal of Applied Electrochemistry
NMR-based metabolomic study of Apulian Coratina extra virgin olive oil extracted with a combined ultrasound and thermal conditioning process in an industrial setting	Ultrasson (EUA) com trocador térmico para produzir azeite de oliva extra virgem de alta qualidade foi estudado utilizando espectroscopia de ressonância magnética nuclear (NMR) e análise multivariada.	Food Chemistry
Waste streams in onion production: Bioactive compounds, quercetin and use of antimicrobial and antioxidative properties	Casca da cebola amarela como aditivo estabilizador, prolongando até 30% da vida útil do azeite de oliva, ao mesmo tempo em que mantém as propriedades sensoriais favoráveis do azeite.	Waste Management
Sensory characterization of conventional and organic extra virgin olive oil by Check-all-that-apply and emotional responses methods	Caracterização sensorial de azeite orgânico extravirgem pelo método CATA (Check all that apply) mostrou preferência dos consumidores por produtos mais suaves, consequentemente com menos compostos bioativos.	Journal of Sensory Studies
Impact of the malaxation temperature on the phenolic profile of cv. Cobrançosa olive oils and assessment of the related health claim	Temperatura de malaxação mais altas diminuíram o conteúdo da maioria dos compostos detectados cromatograficamente.	Food Chemistry
Optimizing the Malaxation Conditions to Produce an Arbequina EVOO with High Content of Bioactive Compounds	Desenvolvimento de um azeite de oliva extra virgem do cultivar Arbequina, com alto teor de fenol, analisando efeitos de diferentes temperaturas e vezes de malaxação, em que percebeu-se que temperaturas mais altas diminuíram os níveis de compostos fenólicos mas aumentaram os pigmentos. Maior qualidade foi observada em azeites em 20°C e 30 minutos.	Antioxidants
The encapsulation of hydroxytyrosol-rich olive oil in Eudraguard® protect via supercritical fluid extraction of emulsions	Azeite rico em hidroxitirosol foi encapsulado para maior preservação	Journal of Food Engineering
Fabrication of Oregano-Olive Oil Loaded PVA/Chitosan Nanoparticles via Electrospraying Method	Fabrication of Oregano-Olive Oil Loaded PVA/Chitosan Nanoparticles via Electrospraying Method	Journal of Natural Fibers

Encapsulation of Lutein via Microfluidic Technology: Evaluation of Stability and In Vitro Bioaccessibility	Avaliação da estabilidade e bioacessibilidade do antioxidante luteína encapsulado via tecnologia microfluídica, usando óleo de açafrão e azeite de oliva como carreadores da luteína, percebendo-se que os diferentes óleos não afetaram a bioacessibilidade da luteína e os resultados sugerem que a luteína encapsulada foi eficiente para o produto semelhante a macarrão, além de ser estável para o armazenamento.	Foods
Co-Processed Olive Oils with Thymus mastichina L.—New Product Optimization	Desenvolvimento de óleo gourmet elaborado de azeitonas saudáveis com baixa intensidade de aroma frutado e compostos fenólicos, acrescido de tomilho, o qual apresentou maior teor fenólico do que o azeite não aromatizado, o sabor do tomilho foi detectado com alta intensidade, enquanto o defeito de “madeira molhada” percebido em alguns azeites não foi detectado.	Lifem
Bioinformatics exploration of olive oil: molecular targets and properties of major bioactive constituents	Através de métodos de bioinformática prever os alvos moleculares e as propriedades dos principais componentes bioativos do azeite de oliva em humanos.	OCL - Oilseeds and Fats, Crops and Lipids
Development and optimization of ionic liquid-based emulsion liquid membrane process for efficient recovery of lactic acid from aqueous streams	Formulação de membranas de emulsão a base de líquido iônico completamente isento de solvente orgânico, utilizando azeite de oliva como solvente verde e líquido iônico, surgindo como alternativa potencial para extração e recuperação de compostos biologicamente ativos de correntes aquosas.	Biochemical Engineering Journal

Fonte: Autores.

Dentre os diversos processos tecnológicos pode-se citar: uso de microondas (Cherif, Rodrigues, et al., 2021), gel de emulsão (Alongi, et al., 2022; Muñoz-González, et al., 2021), armazenamento em shotgun lipidomics (Capriotti et al., 2021), armazenamento reduzido (BELTRAN et al., 2021), sensor analítico ecológico (Jebril et al., 2021), ultrassom (Del Cocco et al., 2021), casca da cebola amarela como estabilizador (CRNIVEC et al., 2021), caracterização sensorial pelo método CATA (Melo et al., 2021), cromatografia (Marx et al., 2021), temperatura adequada de malaxação (Marx et al., 2021; Olmo-Cunillera et al., 2021), encapsulação (Tirado, et al., 2021; Vehapi, et al., 2020; Yao et al., 2021), acréscimo de especiaria (Peres et al., 2021), métodos de informática para prever alvos moleculares (Fatoki, et al., 2021), membranas de emulsão a base de líquido iônico (Khan et al., 2021).

4. Conclusão

Após análise minuciosa de todos os artigos selecionados, referente inicialmente a compostos bioativos e azeite de oliva, e no decorrer adicionado subprodutos da produção do azeite devido a importância mencionada e quantidade de artigos tratando do assunto, pode-se comprovar acerca dos benefícios dos compostos bioativos, formas de melhor preservá-los, além de algumas tendências em relação a sustentabilidade e preservação do meio ambiente, e por fim, identificação de métodos que podem se tornar promissores: bioinformática a fim de prever propriedades medicinais e análise sensorial corroborando com técnicas analíticas e químicas.

Referências

- Alemán-Jiménez, C., Domínguez-Perles, R., Fanti, F., Gallego-Gómez, J. I., Simonelli-Muñoz, A., Moine, E., Durand, T., Crauste, C., Gil-Izquierdo, A., & Medina, S. (2021). Unravelling the capacity of hydroxytyrosol and its lipophenolic derivatives to modulate the H₂O₂-induced isoprostanoid profile of THP-1 monocytes by UHPLC-QqQ-MS/MS lipidomic workflow. *Microchemical Journal*, 170.
- Alongi, M., Lucci, P., Clodoveo, M. L., Schena, F. P., & Calligaris, S. (2022). Oleogelation of extra virgin olive oil by different oleogelators affects the physical properties and the stability of bioactive compounds. *Food Chemistry*, 368.

- Andreou, V., Chanioti, S., Stergiou, P., & Katsaros, G., (2021). Valorization of the Olive Oil Production Residue: Healthy Ingredient for Developing High Value-Added Spread. *Sustainability*, 13(24), 1-18.
- Balli, D., Cecchi, L., Innocenti, M., Bellumori, M., & Mulinacci, N. (2021). Food by-products valorisation: Grape pomace and olive pomace as sources of phenolic compounds and fiber for enrichment of tagliatelle pasta. *Food Chemistry*, 355.
- Bucciantini, M., Leri, M., Nardiello, P., Casamenti, F., & Stefani, M. (2021). Olive Polyphenols: Antioxidant and Anti-Inflammatory Properties. *Antioxidants*, 10(7).
- Cádiz-Gurrea, M. D. L., Pinto, D., Delerue-Matos, C., & Rodrigues, F. (2021). Olive Fruit and Leaf Wastes as Bioactive Ingredients for Cosmetics - A Preliminary Study. *Antioxidants*, 10(2), 1-18.
- Cairone, F., Petralito, S., Scipione, L., & Cesa, S. (2021). Study on Extra Virgin Olive Oil: Quality Evaluation by Anti-Radical Activity, Color Analysis, and Polyphenolic HPLC-DAD Analysis. *Foods*, 10(8).
- Cappelli, K., Ferlisi, F., Mecocci, S., Maranesi, M., Trabalza-Marinucci, M., Zerani, M., Dal Bosco, A., & Acuti, G. (2021). Dietary Supplementation of Olive Mill Waste Water Polyphenols in Rabbits: Evaluation of the Potential Effects on Hepatic Apoptosis, Inflammation and Metabolism through RT-qPCR Approach. *Animals*, 11(10), 1-12.
- Capriotti, A. L., Cerrato, A., Aita, S. E., Montone, C. M., Piovesana, S., Laganà, A., & Cavaliere, C. (2021). Degradation of the polar lipid and fatty acid molecular species in extra virgin olive oil during storage based on shotgun lipidomics. *Journal of Chromatography A*, 1639, 1-9.
- Chanioti, S., Katsouli, M., & Tzia, C. (2021). Novel Processes for the Extraction of Phenolic Compounds from Olive Pomace and Their Protection by Encapsulation. *Molecules*, 26(6), 1-18.
- Cherif, M., Rodrigues, N., Veloso, A. C. A., Pereira, J. A., & Peres, A. M. (2021). Kinetic study of the microwave-induced thermal degradation of cv. Arbequina olive oils flavored with lemon verbena essential oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 1-12.
- Del Coco, L., Girelli, C. R., Angil'è, F., Mascio, I., Montemurro, C., Distaso, E., Tamburrano, P., Chiurlia, S., Clodoveo, M. L., Corbo, F., Amirante, R., Schena, F. P., & Fanizzi, F. P. (2021). NMR-based metabolomic study of Apulian Coratina extra virgin olive oil extracted with a combined ultrasound and thermal conditioning process in an industrial setting. *Food Chemistry*, 345.
- Djemaa-Landri, K., Hamri-Zeghichi, S., Belkhir-Beder, W., Krisa, S., Cluzet, S., Richard, T., Valls, J., Kadri, N., & Madani, K. (2021). Phenolic content, antioxidant and anti-inflammatory activities of some Algerian olive stone extracts obtained by conventional solvent and microwave-assisted extractions under optimized conditions. *Journal of Food Measurement and Characterization*.
- El-Baz, H. A., Elazzazy, A. M., Saleh, T. S., Dritsas, P., Mahyoub, J. A., Baeshen, M. N., Madian, H. R., Alkhaled, M., & Aggelis, G. (2020). Single Cell Oil (SCO)-Based Bioactive Compounds: I—Enzymatic Synthesis of Fatty Acid Amides Using SCOs as Acyl Group Donors and Their Biological Activities. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 193, 822–845.
- Fabiani, R., Vella, N., & Rosignoli, P. (2021). Epigenetic Modifications Induced by Olive Oil and Its Phenolic Compounds: A Systematic Review. *Molecules*, 26(2), 1-17.
- Fatoki, T. H., Akintayo, C. O., & Ibraheem, O. (2021). Exploration bio-informatique de l'huile d'olive : cibles moléculaires et propriétés des principaux constituants bioactifs. *OCL - Oleaginosas e gorduras, Culturas e Lipídios*, 28(36), 1-8.
- Federica, F., Elettra, M., Lilia, N., Luciano, P., Angelo, C., & Daniela, D. M. C. (2021). The effect of harvesting time on olive fruits and oils quality parameters of Tortiglione and Dritta olive cultivars. *European Journal of Lipid Science and Technology*.
- Hannachi, H., & Elfalleh, W., (2020). Enrichment of Olive Oil with Polyphenols from Oleaster Leaves Using Central Composite Design for the Experimental Measurements. *Analytical Letters*, 54(4), 590-607.
- Hernández, Á., Jaramillo, S., García-Borrego, A., Espejo-Calvo, J.A., Covas, M.-I., Blanchart, G., de la Torre, R., Carrasco-Pancorbo, A., Mesa, M. D., Fernández-Prior, M. Á., Castañer, O., Fitó, M. (2021). From Green Technology to Functional Olive Oils: Assessing the Best Combination of Olive Tree-Related Extracts with Complementary Bioactivities. *Antioxidants*, 10(2), 1-14.
- Karakoç, M. D., & Sekkin, S. (2021). Effects of Oleuropein on Epirubicin and Cyclophosphamide Combination Treatment in Rats. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 18(4), 420-429.
- Karampetsou, K., Koutsoni, O. S., Gogou, G., Angelis, A., Skaltsounis, L. A., & Dotsika, E. (2021). Total Phenolic Fraction (TPF) from Extra Virgin Olive Oil: Induction of apoptotic-like cell death in *Leishmania* spp. promastigotes and *in vivo* potential of therapeutic immunomodulation. *Plos Neglected Tropical Diseases*, 15(1), 1-30.
- Katsinas, N., Silva, A. B. D., Enríquez-de-Salamanca, A., Fernández, N., Bronze, M. R., & Rodríguez-Rojo, S. (2021). Pressurized Liquid Extraction Optimization from Supercritical Defatted Olive Pomace: A Green and Selective Phenolic Extraction Process. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 9, 5590-5602.
- Kritikou, E., Kalogiouri, N. P., Kostakis, M., Kanakis, D. C., Martakos, I., Lazarou, C., Pentogennis, M., & Thomaidis, N. S. (2021). Geographical Characterization of Olive Oils from the North Aegean Region Based on the Analysis of Biophenols with UHPLC-QTOF-MS. *Foods*, 10(9), 1-22.
- Loizzo, M. R., Bonesi, M., Falco, T., Leporini, M., Pagliuso, M., Sicari, V., & Tundis, R. (2021). *Journal of Food Processing and Preservation*, 1-11.
- López-Salas, L., Cea, I., Borrás-Linares, I., Emanuelli, T., Robert, P., Segura-Carretero, A., & Lozano-Sánchez, J. (2021). Preliminary Investigation of Different Drying Systems to Preserve Hydroxytyrosol and Its Derivatives in Olive Oil Filter Cake Pressurized Liquid Extracts. *Foods*, 10(6).
- Losito, I., Abbattista, R., De Ceglie, C., Castellaneta, A., Calvano, C. D., & Cataldi, T. R. I. (2021). Bioactive Secoiridoids in Italian Extra-Virgin Olive Oils: Impact of Olive Plant Cultivars, Cultivation Regions and Processing. *Molecules*, 26(3), 1-21.

- Luzi, F., Pannucci, E., Clemente, M., Grande, E., Urciuoli, S., Romani, A., Torre, L., Puglia, D., Bernini, R., & Santi, L. (2021). Hydroxytyrosol and Oleuropein-Enriched Extracts Obtained from Olive Oil Wastes and By-Products as Active Antioxidant Ingredients for Poly (Vinyl Alcohol)-Based Films. *Molecules*, 26(7).
- Madureira, J., Melgar, B., Santos-Buelga, C., Margaça, F. M. A., Ferreira I. C. F. R., Barros, L., Cabo Verde, S. Phenolic Compounds from Irradiated Olive Wastes: Optimization of the Heat-Assisted Extraction Using Response Surface Methodology. *Chemosensors*. 2021; 9(8), 1-16.
- Maraulo, G. E., Ferreira, C. D. S., & Mazzobre, M. F. (2021). β -cyclodextrin enhanced ultrasound-assisted extraction as a green method to recover olive pomace bioactive compounds. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45, 1-13.
- Martínez-Navarro, E. M., Cebrián-Tarancón, C., Moratalla-López, N., Lorenzo, C., Alonso, G. L., & Salinas, R. M. (2020). Development and validation of an HPLC-DAD method for determination of oleuropein and other bioactive compounds in olive leaf by-products. *Journal of the Science Food and Agriculture*.
- Marx, I. M. G., Casal, S., Rodrigues, N., Pinho, T., Veloso, A. C. A, Pereira, J. A., & Peres, A. M. (2021). Impact of the malaxation temperature on the phenolic profile of cv. Cobrançosa olive oils and assessment of the related health claim. *Food Chemistry*, 337, 1-7.
- Mastralexi, A., & Tsimidou, M. Z. (2021). The Potential of Virgin Olive Oil from cv. Chondrolia Chalkidikis and Chalkidiki (Greece) to Bear Health Claims according to the European Legislation. *Molecules*, 26(11).
- Monteleone, J. I., Sperlinga, E., Siracusa, L., Spagna, G., Parafati, L., Todaro, A., & Palmeri, R. (2021). Water as a Solvent of Election for Obtaining Oleuropein-Rich Extracts from Olive (*Olea europaea*) Leaves. *Agronomy*, 11(3), 1-11.
- Moussa, I. D. B., Maalej, A., Masmoudi, M. A., Feki, F., Choura, S., Baccar, N., Jelail, L., Karray, F., Chamkha, M., & Sayadi, S. (2021). Effect of olive mill wastewaters on *Scenedesmus* sp. growth, metabolism and polyphenols removal. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1-12.
- Muñoz-González, I., Ruiz-Capillas, C., Salvador, M., & Herrero, A. M. (2021). Emulsion gels as delivery systems for phenolic compounds: Nutritional, technological and structural properties. *Food Chemistry*, 339, 1-8.
- Murillo-Cruz, M. C., Chova, M., & Bermejo-Román, R. (2021). Effect of adding fungal β -carotene to picual extra virgin olive oils on their physical and chemical properties. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45, 1-10.
- Naija, D. S., Gueddes, S. B. M., Flamini, G., Khiaredine, H. J., Remadi, M. D., Mariem, F. B., Ghariani, W., & Braham, M. (2021). Assessment of Antioxidant and Antimicrobial Compounds of Volatiles from Leaves, Stems and Flowers of Olives. *Polish Journal Environmental Studies*, 30(2), 1325-1338.
- Nemli, E., Ozakdogan, S., Tomas, M., McClements, D. J., & Capanoglu, E. (2021). Increasing the Bioaccessibility of Antioxidants in Tomato Pomace Using Excipient Emulsions. *Food Biophysics*, 16, 355-364.
- Niccolai, A., Venturi, M., Galli, V., Pini, N., Rodolfi, L., Biondi, N., Granchi, L., & Tredicia, M. R. (2021). Vegetable oils protect phycocyanin from thermal degradation during cooking of spirulina-based “crostini”. *LWT – Food Science and Technology*, 138, 1-7.
- Nissen, L., Casciano, F., Chiarello, E., Di Nunzio, M., Bordoni, A., & Gianotti, A. (2021). Colonic In Vitro Model Assessment of the Prebiotic Potential of Bread Fortified with Polyphenols Rich Olive Fiber. *Nutrients*, 13(3), 1-17.
- Nowak, D., Gośliński, M., & Popławski, C. (2021). Antioxidant Properties and Fatty Acid Profile of Cretan Extra Virgin Bioolive Oils: A Pilot Study. *International Journal of Food Science*, 1-6.
- Olmo-Cunillera, A., Lozano-Castellón, J., Pérez, M., Miliarakis, E., Tresserra-Rimbau, A., Ninot, A., Romero-Aroca, A., Lamuela-Raventós, R. M., & Vallverdú-Queralt, (2021). A. Optimizing the Malaxation Conditions to Produce an Arbequina EVOO with High Content of Bioactive Compounds. *Antioxidants*, 10(11), 1-17.
- Páscoa, R. N. M. J., Nunes, M. A., Reszczyński, F., Costa, A. S. G., Oliveira, M. B. P. P., & Alves, R. C. (2021). Near Infrared (NIR) Spectroscopy as a Tool to Assess Blends Composition and Discriminate Antioxidant Activity of Olive Pomace Cultivars. *Waste and Biomass Valorization*, 12, 4901-4913.
- Polari, J. J., Mori, M., Wang, S. C. (2021). Virgin Olive Oils from Super-High-Density Orchards in California: Impact of Cultivar, Harvest Time, and Crop Season on Quality and Chemical Composition. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 123(3), 1-35.
- Popović, M., Špika, M. J., Bratinčević, M. V., Ninčević, T., Matešković, A., Mandušić, M., Rošin, J., Nazlić, M., Dunkić, V., & Vitanović, E. (2021). Essential Oil Volatile Fingerprint Differentiates Croatian cv. Oblica from Other *Olea europaea* L. Cultivars. *Molecules*, 26(12).
- Revelou, P. K., Xagoraris, M., Alexandropoulou, A., Kanakis, C., D., Papadopoulos, G. K., Pappas, C. S., & Tarantilis, P. A. (2021). Chemometric Study of Fatty Acid Composition of Virgin Olive Oil from Four Widespread Greek Cultivars. *Molecules*, 26(14).
- Ribeiro, T. B., Oliveira, A., Coelho, M., Veiga, M., Costa, E. M., Silva, S., Nunes, J., Vicente, A. A., & Pintado, M. (2021). Are olive pomace powders a safe source of bioactives and nutrients? *Journal of the Science Food and Agriculture*, 101(5), 1963-1978.
- Ruiz-Méndez, M. V., Márquez-Ruiz, G., Holgado, F., & Velasco, J. (2021). Stability of Bioactive Compounds in Olive-Pomace Oil at Frying Temperature and Incorporation into Fried Foods. *Foods*, 10(12).
- Russo, M., Bonaccorsi, I. L., Cacciola, F., Dugo, L., Gara, L. de., Dugo, P., & Mondello, L. (2021). Distribution of bioactives in entire mill chain from the drupe to the oil and wastes. *Natural Product Research*, 35(21), 4182-4187.
- Sabetta, W., Mascio, I., Squeo, G., Gadaleta, S., Flamminii, F., Conte, P., Mattia, C. D. D., Piga, A., Caponio, F., & Montemurro, C. (2021). Bioactive Potential of Minor Italian Olive Genotypes from Apulia, Sardinia and Abruzzo. *Foods*, 10(6).

- Sanchez-Rodriguez, E., Vazquez-Aguilar, L. A., Biel-Glesson, S., Fernandez-Navarro, J. R., Espejo-Calvo, J. A., Olmo-Peinado, J. M., Torre, R., Fito-Colomer, M., Covas, M. I., Romero, C., Brenes, M., Victoria, E. M. D., Gil, A., & Mesa, M. D. (2021). May bioactive compounds from the olive fruit improve the postprandial insulin response in healthy adults? *Journal of Functional Foods*, 83.
- Sharma, M., Hussain, S., Shalima, T., Aav, R., & Bhat, R. (2022). Valorization of seabuckthorn pomace to obtain bioactive carotenoids: An innovative approach of using green extraction techniques (ultrasonic and microwave-assisted extractions) synergized with green solvents (edible oils). *Industrial Crops and Products*, 175, 1-9.
- Sicari, V., Leporini, M., Romeo, R., Poiana, M., Tundis, R., & Loizzo, M. R. (2021). Shelf-Life Evaluation of “San Marzano” Dried Tomato Slices Preserved in Extra Virgin Olive Oil. *Foods*, 10(8).
- Tague-Sutcliffe, J. (1992). An introduction to informetrics. *Information Processing & Management*, 28(1), 1-3.
- Tirado, D. F., Latini, A., & Calvo, L. (2021). The encapsulation of hydroxytyrosol-rich olive oil in Eudraguard® protect via supercritical fluid extraction of emulsions. *Journal of Food Engineering*, 290, 1-9.
- Tundis, R., Conidi, C., Loizzo, M.R., Sicari, V., Romeo, R., & Cassano, A. (2021). Concentration of Bioactive Phenolic Compounds in Olive Mill Wastewater by Direct Contact Membrane Distillation. *Molecules*, 26(6), 1-13.
- Vehapi, M., Yilmaz, A., & Özçimen, D. (2020). Fabrication of Oregano-Olive Oil Loaded PVA/Chitosan Nanoparticles via Electrospraying Method. *Journal of Natural Fibers*, 18(9), 1359-1373.
- Xie, P., Cecchi, L., Bellumori, M., Balli, D., Giovannelli, L., Huang, L., & Mulinacci, N. (2021). Phenolic Compounds and Triterpenes in Different Olive Tissues and Olive Oil By-Products, and Cytotoxicity on Human Colorectal Cancer Cells: The Case of Frantoio, Moraiolo and Leccino Cultivars (*Olea europaea* L.). *Foods*, 10(11), 1-17.
- Yao, Y., Lin, J. J., Chee, X. Y. J., Liu, M. H., Khan, S. A., & Kim, J. E. (2021). Encapsulation of Lutein via Microfluidic Technology: Evaluation of Stability and In Vitro Bioaccessibility. *Foods*. 10(11), 1-13.