

UVA E BEBIDAS DERIVADAS DA UVA: UMA REVISÃO DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS, DOS COMPOSTOS BIOATIVOS E APLICAÇÕES DE TECNOLOGIAS EMERGENTES

Valter Oliveira de Souto¹

Fábio Martins Campos²

Gabriela Sperotto³

Auriana de Assis Regis⁴

Joellington Marinho de Almeida⁵

Marcelo Lazzarotto⁶

Resumo: A uva é uma fruta cultivada desde a antiguidade e desempenha um papel crucial na produção de diversas bebidas. O objetivo deste artigo é revisar as características químicas das uvas, os compostos bioativos e as aplicações de tecnologias emergentes. Foi realizada uma busca na literatura científica, utilizando termos específicos e combinações de palavras-chave. Foram selecionados 30 trabalhos relevantes, cujas informações foram organizadas em dois tópicos: características químicas e compostos bioativos das uvas; e a aplicação de tecnologias emergentes no processamento de bebidas à base de uva. As uvas, ricas em açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos, são essenciais para a qualidade sensorial das bebidas. Compostos bioativos, como polifenóis e resveratrol, são destacados por seus benefícios à saúde, incluindo propriedades antioxidantes e cardioprotetoras. Tecnologias emergentes, como ultrassonicação e alta pressão hidrostática, têm otimizado a extração de compostos benéficos e melhorado a estabilidade dos produtos. A inovação no setor vitivinícola é crucial para atender às demandas dos consumidores. Esta revisão oferece uma visão sobre o potencial das uvas e suas bebidas derivadas, integrando conhecimentos químicos e tecnológicos para a melhoria contínua do setor.

Palavras-chave: bebidas derivadas da uva; inovação vitivinícola; polifenóis; tecnologias emergentes.

Grape and grape-derived beverages: a review of chemical characteristics, bioactive compounds, and applications of emerging technologies

Abstract: Grapes have been cultivated since ancient times and play a crucial role in the production of various beverages. This article aims to review the chemical characteristics of grapes, their bioactive compounds, and the applications of emerging technologies. A search of the scientific literature was conducted using specific terms and keyword combinations. Thirty relevant studies were selected, and the information was organized into two topics: the chemical characteristics and bioactive compounds of grapes, and the application of emerging technologies in grape-based beverage processing. Grapes, rich in sugars, organic acids, and phenolic compounds, are essential for the sensory quality of beverages. Bioactive compounds such as polyphenols and resveratrol are highlighted for their health benefits, including antioxidant and cardioprotective properties.

¹ Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: valter.o.souto@hotmail.com.

² Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: fabio.campos@ifpr.edu.br

³ Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: gabi-sperotto@hotmail.com

⁴ Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: aurianaalimentos@gmail.com

⁵ Universidade Federal do Espírito Santo. E-mail: joellingtonalmeida@gmail.com.

⁶ Embrapa Uva e Vinho. E-mail: marcelo.lazzarotto@embrapa.br.

Emerging technologies, such as ultrasonication and high hydrostatic pressure, have optimized the extraction of beneficial compounds and improved product stability. Innovation in the viticulture sector is crucial to meeting consumer demands. This review provides an overview of the potential of grapes and their derived beverages, integrating chemical and technological knowledge for the continuous improvement of the sector.

Keywords: grape-derived beverages; viticulture innovation; polyphenols; emerging Technologies.

1 INTRODUÇÃO

A uva, uma das frutas mais antigas cultivadas pelo homem, desempenha um papel fundamental na produção de uma ampla variedade de bebidas, incluindo vinhos, sucos e destilados (Della Flora; Dupont, 2024). Sua importância transcende o simples valor nutricional, englobando aspectos culturais, econômicos e sociais. Desde a antiguidade, as civilizações têm valorizado a uva não apenas pelo seu sabor, mas também pelas suas propriedades medicinais e seu potencial em promover a saúde (Cardoso; Muniz, 2023). Este cenário tem impulsionado uma vasta gama de pesquisas voltadas para a compreensão de suas características químicas e dos compostos bioativos presentes na fruta e em seus derivados (Zhou; Raffoul, 2012; Mendes Lopes et al., 2016; Kim et al., 2017).

As características químicas da uva são determinantes para a qualidade e o perfil sensorial das bebidas produzidas a partir dela. Entre os componentes mais relevantes estão os açúcares, ácidos orgânicos, compostos fenólicos e vitaminas (Kim et al., 2017). Esses componentes não só influenciam o sabor e o aroma das bebidas, mas também desempenham papéis cruciais na estabilidade e preservação dos produtos. Com a evolução das técnicas analíticas, é possível identificar e quantificar com precisão esses compostos, proporcionando uma base científica sólida para a melhoria contínua dos processos de produção e para a inovação no setor (Martin, 2022).

Os compostos bioativos presentes nas uvas e em suas bebidas derivadas têm atraído grande atenção da comunidade científica devido aos seus potenciais benefícios à saúde (Zhou et al., 2022). Polifenóis, antocianinas e resveratrol são alguns dos compostos que têm sido amplamente estudados por suas propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e cardioprotetoras (Banwo et al., 2021). O “consumo regular” de vinho tinto, por exemplo, tem sido associado a uma menor incidência de doenças cardiovasculares, um fenômeno conhecido como o “Paradoxo Francês” (Buja, 2022). Quanto ao que se entende por “consumo regular”, geralmente, os estudos que investigam os benefícios do vinho tinto para a saúde cardiovascular sugerem que um consumo moderado é uma taça (aproximadamente 150 mL) por dia para mulheres e até duas taças por dia para homens. Consumir mais do que essa quantidade pode levar a efeitos adversos à saúde, superando os benefícios potenciais (Covas et al., 2010; López et al., 2024; Chaudhry et al., 2024). Esses achados têm incentivado o desenvolvimento de novos produtos e suplementos alimentares à base de uva, direcionados para a promoção da saúde e bem-estar (Restani et al., 2021; Dinu; Vamanu, 2024).

Paralelamente aos avanços na compreensão dos compostos bioativos, as tecnologias emergentes têm desempenhado um papel crucial na modernização dos processos de produção e na melhoria da qualidade das bebidas derivadas da uva. Técnicas como a ultrassonicação, a alta pressão hidrostática e o uso de membranas têm sido exploradas para otimizar a extração de compostos benéficos, melhorar a estabilidade dos produtos e reduzir a necessidade de conservantes artificiais. Essas inovações tecnológicas não apenas potencializam a eficiência produtiva, mas também atendem às crescentes demandas dos consumidores por produtos mais naturais e saudáveis (Pankaj et al., 2017; Silva et al., 2019; Meneses et al., 2021).

A crescente demanda por bebidas derivadas da uva e a diversificação dos mercados consumidores têm impulsionado a inovação e a competitividade no setor vitivinícola (Pomarici et al., 2021). Novas variedades de uvas, técnicas de vinificação e produtos diferenciados estão continuamente sendo desenvolvidos para atender às preferências dos consumidores e às tendências de mercado (Rodrigues;

Koglin, 2022; Kiefer; Szolnoki, 2024; Shitole et al., 2024). Este dinamismo é fundamental para a manutenção da relevância do setor e para a conquista de novos mercados, tanto no âmbito local quanto internacional. Desta forma, a uva e suas bebidas derivadas representam um campo de estudo vasto e dinâmico, onde a química, a biotecnologia e a inovação tecnológica se encontram para criar produtos de alta qualidade e valor agregado. A contínua pesquisa e desenvolvimento nesse campo são essenciais para explorar todo o potencial desta fruta milenar, garantindo benefícios tanto para os produtores quanto para os consumidores. Portanto, este artigo revisa as características químicas das uvas, os compostos bioativos presentes e as tecnologias emergentes aplicadas na produção de bebidas e dos produtos derivados.

2 METODOLOGIA

2.1 Seleção de fontes e critérios de inclusão

Para a elaboração deste artigo de revisão sobre as características químicas, compostos bioativos da uva e seus derivados e aplicações de tecnologias emergentes, realizou-se uma revisão sistemática da literatura científica, conforme critérios de seleção e de inclusão indicados na Tabela 1. A pesquisa foi conduzida em bases de dados renomadas, como Science Direct, Scielo, Web of Science e Google Scholar, abrangendo publicações desde o ano 2007 até 2024. A delimitação temporal foi escolhida para garantir a inclusão de estudos recentes e relevantes, que reflitam as últimas descobertas e avanços na área. Inicialmente, foram identificados 100 trabalhos, dos quais 70 foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão, como falta de dados quantitativos, estudos duplicados, artigos não revisados por pares, publicações em idiomas diferentes do inglês, português ou espanhol, e estudos fora do escopo temático da revisão, resultando em 30 trabalhos incluídos na análise final.

Tabela 1. Fontes e critérios de inclusão para construção do artigo de revisão

Seleção de fontes	Critério de inclusão
Tipo de Documento	Artigos de pesquisa e revisões sistemáticas. Revisões narrativas, notas técnicas e documentos online (incluindo artigos, relatórios técnicos, dissertações e teses).
Idioma	Inglês e português
Temática	Estudos que abordassem especificamente a composição química das uvas, a presença de compostos bioativos e os efeitos de diferentes métodos de aplicação de tecnologias emergentes na uva e seus derivados.
Qualidade metodológica	Estudos com metodologia clara e bem definida, incluindo descrição dos métodos de extração, análise dos compostos bioativos e das tecnologias emergentes.

2.2 Estratégia de busca

As estratégias de busca incluíram termos específicos e combinações de palavras-chave relacionadas ao tema, tais como: “grape polyphenols”, “bioactive compounds in grapes”, “grape processing methods”, “antioxidant activity of grape”, e “Emerging technologies applied to grape derivatives”. As buscas foram refinadas utilizando filtros de tempo, relevância e qualidade das publicações.

2.3 Coleta, análise de dados e síntese dos resultados

Foram selecionados 30 trabalhos científicos, os quais foram revisados e tiveram os dados relevantes extraídos para análise. As informações coletadas estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2. Síntese dos resultados sobre uva e derivados, compostos bioativos e tecnologias emergentes.

Temática dos trabalhos	Citação
Composição química das uvas (casca, polpa e sementes).	KIM et al. (2017) e ZHOU; RAFFOUL (2012).
Principais compostos bioativos (resveratrol, antocianinas, proantocianidinas, catequinas, epicatequinas).	KIM et al. (2017); MENDES LOPES et al. (2016) e ZHOU; RAFFOUL (2012).
Métodos de extração e processamento (extração a vapor, prensagem a frio e quente, "Hot Break", uso de espremedores e liquidificadores) e Impacto da fermentação e uso de cepas de leveduras em bebidas fermentadas de uva.	SILVA et al. (2019); KIM et al. (2017) e MENDES LOPES et al. (2016);
Efeitos dos métodos de processamento na retenção de compostos bioativos e na capacidade antioxidante.	MORATA et al. (2016); SILVA et al. (2019); MARTÍN-GÓMEZ et al. (2021).
Tecnologias emergentes (plasma frio atmosférico, dióxido de carbono supercrítico, processamento de alta pressão, campo elétrico pulsado, ultrassom, crioconcentração).	MENESES et al. (2021); AMARAL et al. (2018a); AMARAL et al. (2018b); PANKAJ et al. (2017); DOS SANTOS LIMA et al. (2015); HUANG et al. (2014); AADIL et al. (2013); PETZOLD; NIRANJAN; AGUILERA (2013) e Del et al. (2007);
Síntese dos resultados	
Concentrações de Compostos Bioativos	Medidas de compostos como resveratrol, antocianinas, proantocianidinas, catequinas e epicatequinas em diferentes partes da uva (casca, polpa e sementes) e nos derivados da uva.
Eficiência dos Métodos de Processamento	Dados sobre a retenção ou perda de compostos bioativos após diferentes métodos de processamento, como extração a vapor, prensagem a frio e quente, e novas tecnologias (plasma frio, CO2 supercrítico, etc.).

Capacidade Antioxidante

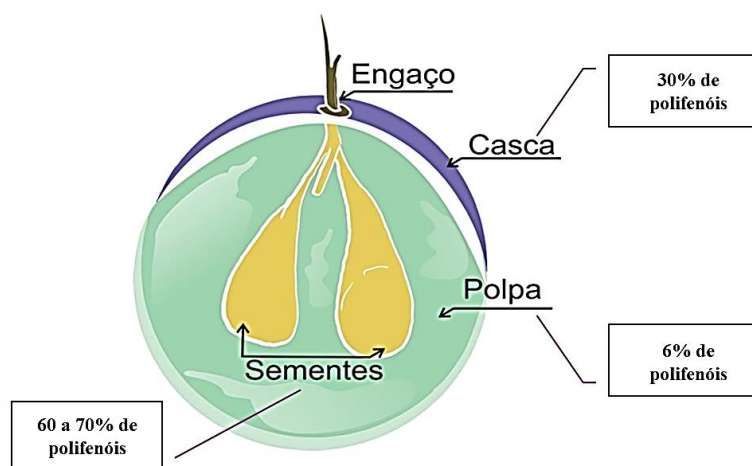
Medidas de capacidade antioxidante, geralmente expressas em termos de equivalentes de Trolox ou unidades similares, antes e após o processamento.

Os dados extraídos foram organizados e sintetizados em dois tópicos principais para facilitar a leitura e compreensão das informações. O primeiro tópico aborda as características químicas e os compostos bioativos presentes na uva. O segundo tópico trata da aplicação de tecnologias emergentes no processamento de bebidas à base de uva. Desta forma, a análise incluiu a identificação de tendências e padrões na literatura, bem como a avaliação crítica dos métodos de processamento e suas implicações na qualidade nutricional e bioatividade das uvas e seus derivados.

3 UVA E DERIVADOS DA UVA: CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS E COMPOSTOS BIOATIVOS

A uva é uma fruta amplamente comercializada em todo o mundo, podendo ser consumida em sua forma in natura ou processada para a produção de bebidas, como sucos e vinhos. As uvas são fontes naturais de antioxidantes e contêm diversos fitoquímicos, incluindo o resveratrol, antocianina, proantocianidina, catequina e epicatequina, que apresentam elevada capacidade de eliminação de radicais livres (KIM et al., 2017). Esses compostos fenólicos estão presentes principalmente na casca, polpa e nas sementes da uva, conforme ilustrado na Figura 1. Sendo que aproximadamente 30% dos polifenóis estão na casca, 6% na polpa e entre 60% e 70% nas sementes (ZHOU; RAFFOUL, 2012).

Figura 1. Teores de polifenóis da uva



Fonte: Adaptado de Tonon (2018).

As proantocianidinas são encontradas nas sementes de uvas, enquanto as antocianinas, catequinas e resveratrol são encontrados na casca da uva. Esses compostos fenólicos são reconhecidos por suas diversas propriedades, como anti-inflamatórias, antiproliferativas e anticarcinogênicas. Embora as uvas sejam normalmente consumidas após a remoção da casca e das sementes, o consumo dessas partes da uva é muito benéfico devido às altas concentrações de compostos bioativos (Kim et al., 2017).

Os compostos bioativos presentes em bebidas de uva podem ser influenciados por diferentes métodos de processamento, como a extração a vapor (Mendes Lopes et al., 2016), bem como por métodos de processamento doméstico, incluindo espremedor de baixa velocidade, espremedor centrífugo de alta

velocidade e liquidificador (Kim et al., 2017). Além disso, métodos de processamento a frio, como prensagem a frio (CP), e métodos de processamento térmico, como prensagem a quente (HP) e o método convencional "Hot Break" (HB) também podem impactar esses compostos (Silva et al., 2019).

Bebidas de uva produzidas por métodos de pequena escala são amplamente apreciadas por diversas comunidades; no entanto, essas abordagens enfrentam desafios no processo que impactam os compostos bioativos e a atividade antioxidante do produto (Mendes Lopes et al., 2016). Assim, sucos de uva foram elaborados empregando diferentes técnicas de extração, como extrator, espremedor, liquidificador e vapor, e submetidos à avaliação do teor de polifenóis solúveis e hidrolisados, conteúdo de antocianinas totais e capacidade antioxidante.

A extração a vapor resultou em teores mais elevados de fenólicos e antocianinas, além de uma maior capacidade antioxidante, quando comparada aos sucos de uva obtidos por outros métodos de extração avaliados (Mendes Lopes et al., 2016). Por outro lado, sucos de uva foram processados utilizando métodos domésticos, incluindo um espremedor de baixa velocidade, um espremedor centrífugo de alta velocidade e um liquidificador. Os teores de polifenóis totais, flavonoides totais, antocianinas monoméricas totais e vitamina C foram mais elevados na bebida de uva preparada com o espremedor de baixa velocidade em comparação com os métodos de espremedor centrífugo de alta velocidade e liquidificador. Assim, técnicas e métodos de produção de sucos em pequena escala são recomendados para a obtenção de bebidas de uva saudáveis, ricas em compostos bioativos, desde que utilizem baixas velocidades (Kim et al., 2017).

O princípio de funcionamento do método CP é semelhante ao método HP, diferenciando-se apenas pela maceração da uva, a qual ocorre sem aquecimento. No método HP, as uvas esmagadas são aquecidas a uma temperatura de 60 °C a 65 °C, adicionadas de enzima pectinase e maceradas no mosto por 30 a 60 minutos, seguido pela obtenção do suco (Santos Lima et al., 2015). O método HB é bastante convencional, pois as uvas são esmagadas e aquecidas a uma temperatura de 75 °C a 85 °C em um curto período, variando de 5 a 10 minutos. Em seguida, as uvas são resfriadas até 60 °C, maceradas com pectinase e prensadas para a obtenção do suco (Silva et al., 2019).

Sucos de uva foram elaborados por métodos clássicos de processamento, como HP, HB e CP, e por um método artesanal utilizando vapor, influenciando a composição fenólica e a atividade antioxidante in vitro das bebidas de uva. Os métodos que envolviam a aplicação de calor nas uvas resultaram em um maior teor de fenólicos bioativos e atividade antioxidante in vitro. No entanto, o método artesanal de vapor aplicado apresentou um teor de compostos fenólicos bioativos aceitável, podendo ser uma alternativa simples para a produção de bebidas de uva (Silva et al., 2019).

Os compostos bioativos em bebidas fermentadas de uva podem ser influenciados pelas linhagens de cepas resistentes de leveduras adicionadas durante o processo de fermentação (Martín-Gómez et al., 2021). O vinho, definido como uma bebida resultante exclusivamente da fermentação alcoólica do mosto de uva, recebe inóculos de leveduras durante o processo de fermentação. Essas leveduras adicionadas ao vinho têm a vantagem de acelerar a produção de álcool e prevenir possíveis problemas durante a fermentação, como baixa quantidade de nitrogênio assimilável e altas concentrações de açúcar. No entanto, uma desvantagem associada pode ser a perda de compostos bioativos, especialmente compostos fenólicos, que, devido à adsorção nas paredes celulares das leveduras, podem sofrer autólise e floculação, sendo removidos do vinho (Morata et al., 2016; Martín-Gómez et al., 2021).

Diante dessa situação, foram avaliadas as influências de cepas de leveduras inoculadas após o processo de fermentação nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante de vinhos elaborados a partir de mostos mistos de uva e mirtilo. Os vinhos resultantes da inoculação de cepas de leveduras apresentaram maiores concentrações de antocianinas e flavonoides, além de uma intensidade de cor mais elevada. A levedura M05 Mead estudada teve um impacto significativo nos compostos bioativos do vinho, mostrando a menor perda de cor, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante, sendo considerada a mais adequada para a vinificação de mostos mistos de uva e mirtilo (Martín-Gómez et al., 2021).

4 APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS EMERGENTES NO PROCESSAMENTO DE BEBIDAS DE UVA

Tradicionalmente, as bebidas à base de uva são preservadas por meio da pasteurização térmica, além da adição de conservantes. No entanto, esses métodos podem resultar em efeitos indesejáveis no produto. Assim, novas tecnologias emergentes estão sendo empregadas no processamento de bebidas à base de uva como alternativas viáveis (Pankaj et al., 2017).

As tecnologias emergentes aplicadas nas bebidas à base de uva têm como objetivo substituir o tratamento térmico convencional, ao mesmo tempo em que buscam aumentar a eficiência do processo, a qualidade do produto, os compostos bioativos e a preservação das bebidas elaboradas (Pankaj et al., 2017). Dentre as tecnologias emergentes não térmicas amplamente utilizadas, destacam-se o plasma frio atmosférico de alta voltagem (HVACP) (Pankaj et al., 2017), a tecnologia supercrítica de dióxido de carbono (Amaral et al., 2018a; Amaral et al., 2018b), o processamento de alta pressão (Del et al., 2007), o campo elétrico pulsado (Huang et al., 2014) a ultrassom (Aadil et al., 2013) e o processo de crioconcentração (Petzold; Niranjani; Aguilera, 2013).

O plasma frio atmosférico de alta voltagem (HVACP) é considerado uma tecnologia não térmica recente e tem chamado a atenção das indústrias alimentícias e dos pesquisadores por seu alto potencial de descontaminação microbiana, sendo capaz de inativar microrganismos em até 7,4 log na redução em sucos (Ozen; Singh, 2020). O HVACP é altamente eficaz na descontaminação de microrganismos (Pankaj et al., 2017), inativação de enzimas (Misra et al., 2016) e degradação de pesticidas (Misra et al., 2014).

Os efeitos do plasma frio atmosférico de alta voltagem já foram estudados em sucos de frutas (laranja, romã e maçã) e foram aplicados na qualidade de uvas brancas (Pankaj et al., 2017). Pesquisadores que aplicaram a tecnologia HVACP ao suco de uva branca demonstraram maior eficiência em todos os atributos de qualidade analisados em comparação com o tratamento de pasteurização térmica (Pankaj et al., 2017).

A tecnologia de dióxido de carbono supercrítico (SCCD) tem ganhado destaque e está sendo aplicada em novos estudos, sendo considerada uma tecnologia limpa e ecologicamente correta, com custos operacionais relativamente baixos (Amaral et al., 2018a; Amaral et al., 2018b). O impacto da tecnologia SCCD foi avaliado em compostos bioativos e no perfil volátil do suco de uva com soro. O perfil de compostos voláteis, os níveis totais de antocianinas e a atividade antioxidante (DPPH) não foram impactados pela tecnologia SCCD empregada (Amaral et al., 2018a). Os pesquisadores sugerem o potencial da tecnologia SCCD como uma alternativa para preservar os atributos de qualidade nutricional de uma bebida de uva com soro (Amaral et al., 2018a; Amaral et al., 2018b). Outros pesquisadores aplicaram a pasteurização supercrítica de CO₂ em uma bebida de uva com soro e observaram que o diâmetro das partículas e o índice de consistência diminuíram, estabelecendo um comportamento pseudoplástico para a bebida elaborada, sem diferenças na aceitação sensorial (Amaral et al., 2018a).

O processamento de alta pressão (HPP) tem como principal ação a inativação de microrganismos patogênicos e enzimas em alimentos à temperatura ambiente, com aumento na vida útil (CHANG et al., 2017). A tecnologia HPP apresenta alternativas vantajosas para substituir a tecnologia de pasteurização térmica, sendo eficaz na inativação de enzimas como peroxidase, polifenoloxidase e pectina metilesterase em diversas bebidas de frutas (Serment-Moreno et al., 2014).

O processamento HPP é interessante para ser aplicado no processamento de frutas, polpas e sucos, pois essa tecnologia utiliza pasteurização a frio, preservando a qualidade nutricional, segurança microbiológica e perfil sensorial dos produtos alimentícios tratados (Torres-Ossandón et al., 2020). Com o uso do processamento de alta pressão no suco de uva branca, foi observada uma redução nos níveis de bactérias aeróbias, coliformes e contagens de leveduras durante o armazenamento refrigerado de 20 dias (Serment-Moreno et al., 2014). A tecnologia HPP foi aplicada ao concentrado de suco de uva branca como alternativa à pasteurização térmica e mostrou-se eficiente em reter o teor de compostos antioxidantes, mantendo a qualidade química (Torres-Ossandón et al., 2020).

A tecnologia de campo elétrico pulsado (PEF) surgiu como um complemento ou substituto para a pasteurização térmica tradicional. O PEF tem como princípio a preservação de alimentos por meio do uso

de um campo elétrico que erradica microrganismos, sendo considerada uma promissora tecnologia não térmica (Huang et al., 2014).

Há relatos de que, nos últimos anos, a tecnologia PEF tem sido utilizada em diversas bebidas de frutas e avaliada quanto à resistência microbiana, com a vantagem de poder ser aplicada no processamento de bebidas de frutas em fluxo contínuo em poucos segundos (Saldaña et al., 2011; Huang et al., 2014). Sucos de uva Pinot Noir foram submetidos à tecnologia PEF e resultaram em maiores rendimentos no processo. Os pesquisadores observaram que as uvas pré-tratadas com PEF alcançaram uma aceleração na liberação de antocianinas e melhor capacidade bioprotetora (Huang et al., 2014). Outro estudo também avaliou a aplicação de PEF no suco de uva Pinot Noir e observou um maior rendimento no processo, além de uma cor intensa no produto elaborado (Leong; Burritt; Oey, 2016). No entanto, ainda há poucas pesquisas sobre a aplicação de PEF em bebidas de uva e vinho, sendo necessário expandir as informações sobre essa tecnologia considerada promissora.

A ultrassom é uma das tecnologias emergentes não térmicas que está em constante desenvolvimento e sendo aplicada em diferentes tipos de alimentos (Nadeem et al., 2018). Considerada uma técnica de baixo custo e baixo consumo de energia, a técnica de sonicação não térmica tem sido utilizada para manter ou melhorar a qualidade de alimentos processados sem alterar seu valor nutricional (Aadil et al., 2015).

A técnica de sonicação já foi aplicada em vários processamentos de sucos, como uva, limão, laranja, melão, maçã, amora, morango e pera, indicando que essa tecnologia tem uma ampla aplicação, tornando-se útil para a indústria de bebidas e sucos (Fonteles et al., 2012; Khandpur; Gogate, 2015; Saeeduddin et al., 2016; Nadeem et al., 2018). A ultrassonografia combinada com a preservação química foi avaliada nos parâmetros de qualidade da mistura de suco de cenoura e uva; o estudo demonstrou vantagens da sonicação rápida para uma mistura de suco com boas propriedades funcionais durante o armazenamento (Nadeem et al., 2018).

A crioconcentração, também conhecida como concentração por congelamento, é uma tecnologia emergente que concentra soluções aquosas de alimentos por meio do congelamento parcial ou total da água (Petzold; Niranjan; Aguilera, 2013). Desta forma, o processo de crioconcentração já foi aplicado em diversos produtos alimentícios, como suco de maçã (Zielinski et al.; 2018), chá verde (Meneses et al., 2021), vinho (Wu et al., 2017), entre outros.

5 CONCLUSÃO

O presente artigo revisou as características químicas das uvas, seus compostos bioativos e as aplicações de tecnologias emergentes no processamento de bebidas derivadas. As uvas, ricas em açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos, são essenciais para a qualidade sensorial das bebidas, enquanto compostos como polifenóis e resveratrol destacam-se por seus benefícios à saúde, incluindo propriedades antioxidantes e cardioprotetoras. A aplicação de tecnologias emergentes, como ultrassonicação e alta pressão hidrostática, mostrou-se eficaz na otimização da extração de compostos benéficos e na melhoria da estabilidade dos produtos, atendendo à demanda dos consumidores por produtos mais naturais e saudáveis. A integração de conhecimentos químicos e tecnológicos é crucial para a sustentabilidade e competitividade do setor vitivinícola, promovendo inovações que beneficiem tanto a indústria quanto os consumidores.

REFERÊNCIAS

- AADIL, R. M. et al. A potential of ultrasound on minerals, micro-organisms, phenolic compounds and colouring pigments of grapefruit juice. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 50, n. 5, p. 1144-1150, 2015. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12767>
- AADIL, R. M. et al. Effects of ultrasound treatments on quality of grapefruit juice. **Food chemistry**, v. 141, n. 3, p. 3201-3206, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.06.008>
- AMARAL, G. V. et al. Whey-grape juice drink processed by supercritical carbon dioxide technology: Physical properties and sensory acceptance. **LWT – Food Science and Technology**, v. 92, p. 80-86, 2018a.

<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.02.005>

AMARAL, G. V. et al. Whey-grape juice drink processed by supercritical carbon dioxide technology: Physicochemical characteristics, bioactive compounds and volatile profile. **Food Chemistry**, v. 239, p. 697-703, 2018b. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.07.003>

BANWO, K. et al. Functional importance of bioactive compounds of foods with Potential Health Benefits: A review on recent trends. **Food Bioscience**, v. 43, p. 101320, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101320>

BUJA, L. M. The history, science, and art of wine and the case for health benefits: Perspectives of an oenophilic cardiovascular pathologist. **Cardiovascular Pathology**, v. 60, p. 107446, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.carpath.2022.107446>

CARDOSO, D.; MUNIZ, L. B. O VINHO COMO FERRAMENTA SOCIAL E DE CONEXÃO: uma discussão, a partir de uma abordagem qualitativa, sobre a relação simbólica e psicanalítica do vinho na interação humana e a sua influência no autoconhecimento e conexão social. **Caderno de Diálogos**, v. 5, n. 1, 2023. <https://periodicos.faculdefamart.edu.br/index.php/cadernodialogos/article/download/137/71>

CHANG, Y.-H. et al. Effect of high-pressure processing and thermal pasteurization on overall quality parameters of white grape juice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 10, p. 3166-3172, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8160>

CHAUDHRY, R. et al. The Role of Alcohol Consumption in Cardiovascular Health: A Systematic Review and Meta-analysis. **Journal of Advances in Medicine and Medical Research**, v. 36, n. 7, p. 198-212, 2024. <https://doi.org/10.9734/jammr/2024/v36i75497>

COVAS, M, I. et al. Wine and oxidative stress: up-to-date evidence of the effects of moderate wine consumption on oxidative damage in humans. **Atherosclerosis**, v. 208, n. 2, p. 297-304, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2009.06.031>

DEL, P-I, D. et al. Stability of copigmented anthocyanins and ascorbic acid in muscadine grape juice processed by high hydrostatic pressure. **Journal of food science**, v. 72, n. 4, p. S247-S253, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00316.x>

DELLA FLORA, I. K.; DUPONT, G. K. **Processos fermentativos para produção na indústria**. Editora Intersaberes, 2024. <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=GfYOEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=DELLA+FLORA,+Isabela+Karina%3B+DUPONT,+Gabriel+e+Kuhn.+Processos+fermentativos+para+produ%C3%A7%C3%A3o+na+ind%C3%BAstria.+Editora+Intersaberes,+2024.&ots=ea7FA0v3uf&sig=W-BzeqvFLol1X7TJC0I2Z3aliaA>

DINU, L. D.; VAMANU, E. Gut Microbiota Modulators Based on Polyphenols Extracted from Winery By-Products and Their Applications in the Nutraceutical Industry. **Life**, v. 14, n. 3, p. 414, 2024. <https://doi.org/10.3390/life14030414>

DOS SANTOS LIMA, M. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. **Food Chemistry**, v. 188, p. 384-392, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.04.014>

FONTELES, T. V. et al. Power ultrasound processing of cantaloupe melon juice: Effects on quality parameters. **Food Research International**, v. 48, n. 1, p. 41-48, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.02.013>

HUANG, K. et al. Comparing the pulsed electric field resistance of the microorganisms in grape juice: Application of the Weibull model. **Food Control**, v. 35, n. 1, p. 241-251, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2013.07.011>

KHANDPUR, P.; GOGATE, P. R. Understanding the effect of novel approaches based on ultrasound on sensory profile of orange juice. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 27, p. 87-95, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2015.05.001>

KIEFER, C.; SZOLNOKI, G. Consumer preferences for fungus-resistant grape varieties: an explorative segmentation study in Germany. **British Food Journal**, v. 126, n. 6, p. 2271-2290, 2024. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/BFJ-10-2023-0865/full/html>

KIM, M-J et al. Antioxidant activities of fresh grape juices prepared using various household processing methods. **Food science and biotechnology**, v. 26, p. 861-869, 2017. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0120-4>

LEONG, S. Y.; BURRITT, D. J.; OEY, I. Evaluation of the anthocyanin release and health-promoting properties of Pinot Noir grape juices after pulsed electric fields. **Food Chemistry**, v. 196, p. 833-841, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.10.025>

LÓPEZ, I. D. et al. Moderate wine consumption measured using the biomarker urinary tartaric acid concentration decreases inflammatory mediators related to atherosclerosis. **The Journal of nutrition, health and aging**, v. 28, n. 2, p. 100003, 2024. <https://doi.org/10.1016/j.jnha.2023.100003>

MARTIN, J. G. P.; DE DEA LINDNER, J. **Microbiologia de alimentos fermentados**. Editora Blucher, 2022. https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=fht2EAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT7&dq=MARTIN,+Jos%C3%A9+Guilherme+Prado%3B+DE+DEA+LINDNER,+Juliano.+Microbiologia+de+alimentos+fermentados.+Editora+Blucher,+2022.&ots=C09QBWhzRf&sig=VVQnw181xG_I tqP7TkWipp7DHPY

MARTÍN-GÓMEZ, J. et al Phenolic compounds, antioxidant activity and color in the fermentation of mixed blueberry and grape juice with different yeasts. **LWT**, v. 146, p. 111661, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111661>

MENDES LOPES, M. L. et al. Grape juice obtained using steam extraction and other small-scale extraction methods: phenolic content, antioxidant capacity and stability during storage. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 7, p. 1696-1702, 2016. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13144>

MENESES, D. L. et al. Multi-stage block freeze-concentration of green tea (*Camellia sinensis*) extract. **Journal of Food Engineering**, v. 293, p. 110381, mar. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2020.110381>

MISRA, N. N. et al. Cold plasma interactions with enzymes in foods and model systems. **Trends in Food Science & Technology**, v. 55, p. 39-47, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.07.001>

MORATA, A. et al. Yeast influence on the formation of stable pigments in red winemaking. **Food chemistry**, v. 197, p. 686-691, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.11.026>

NADEEM, M. et al. Effect of ultrasound and chemical treatment on total phenol, flavonoids and antioxidant properties on carrot-grape juice blend during storage. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 45, p. 1-6, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2018.02.034>

OZEN, E.; SINGH, R. K. Atmospheric cold plasma treatment of fruit juices: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 103, p. 144-151, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.020>

PANKAJ, S. K. et al. Effect of high voltage atmospheric cold plasma on white grape juice quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 12, p. 4016-4021, 2017. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8268>

PETZOLD, G.; NIRANJAN, K.; AGUILERA, J. M. Vacuum-assisted freeze concentration of sucrose solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 115, n. 3, p. 357-361, abr. 2013a. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2012.10.048>

POMARICI, E. et al. The Italian wine sector: Evolution, structure, competitiveness and future challenges of an enduring leader. **Italian Economic Journal**, v. 7, n. 2, p. 259-295, 2021. <https://doi.org/10.1007/s40797-021-00144-5>

RESTANI, P. et al. Grapes and their derivatives in modulation of cognitive decline: a critical review of epidemiological and randomized-controlled trials in humans. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 4, p. 566-576, 2021. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1740644>

RODRIGUES, L. M.; KOGLIN, G. Impactos da Alimentação em Estudantes Universitários Durante a Pandemia. **CIPPUS**, v. 10, n. 2, 2022. <https://doi.org/10.18316/cippus.v10i2.9397>

SAEEDUDDIN, M. et al. Physicochemical parameters, bioactive compounds and microbial quality of sonicated pear juice. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 7, p. 1552-1559, 2016. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13124>

SALDANA, G. et al. Combined effect of temperature, pH, and presence of nisin on inactivation of *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* by pulsed electric fields. **Foodborne Pathogens and Disease**, v. 8, n. 7, p. 797-802, 2011. <https://doi.org/10.1089/fpd.2010.0788>

SERMENT-MORENO, V. et al. High-pressure processing: kinetic models for microbial and enzyme inactivation. **Food Engineering Reviews**, v. 6, p. 56-88, 2014. <https://doi.org/10.1007/s12393-014-9075-x>

SHITOLE, V. et al. The Revival Trends in the Wine Industry: A Comprehensive Literature Review. **NATURALISTA CAMPANO**, v. 28, n. 1, p. 2958-2966, 2024. <https://museonaturalistico.it/index.php/journal/article/view/565>

SILVA, G. G. et al. Processing methods with heat increases bioactive phenolic compounds and antioxidant activity in grape juices. **Journal of food biochemistry**, v. 43, n. 3, p. e12732, 2019. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12732>

TONON, R. V. et al. **Tecnologias para o aproveitamento integral dos resíduos da indústria vitivinícola**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018.

TORRES-OSSANDÓN, M. J. et al. Effect of high hydrostatic pressure processing on phytochemicals, antioxidant activity, and behavior of *Botrytis cinerea* in white grape juice concentrate. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 11, p. e14864, 2020. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14864>

WU, Y.-Y. et al. Influence of freeze concentration technique on aromatic and phenolic compounds, color attributes, and sensory properties of Cabernet Sauvignon wine. **Molecules**, v. 22, n. 6, p. 899-917, 2017. <https://doi.org/10.3390/molecules22060899>

ZHOU, D.-D. et al. Bioactive compounds, health benefits and food applications of grape. **Foods**, v. 11, n. 18, p. 2755, 2022. <https://doi.org/10.3390/foods11182755>

ZHOU, K. et al. Potential anticancer properties of grape antioxidants. **Journal of oncology**, v. 2012, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/803294>

ZIELINSKI, A. A. et al. Effect of cryoconcentration process on phenolic compounds and antioxidant activity in apple juice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 6, p. 2786-2792, 18 dez. 2018. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9486>