

ESTUDO E ANÁLISE DOS MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS POLIFENÓLICOS ORIUNDOS DO BAGAÇO DE UVA RESULTANTE DA PRODUÇÃO DE VINHO

Virgínia Lauanny Cupertino Freitas*

Tibério César Lima de Vasconcelos**

Resumo: Diante do quantitativo de resíduos provenientes da produção de vinhos, destaca-se o bagaço de uvas, o qual possui potencial para extração de polifenóis. Os polifenóis caracterizam-se por serem compostos com capacidade de minimizar os danos oxidativos e fornecer fotoproteção, os quais podem ser aplicados desde a indústria alimentícia à indústria farmacêutica, com ênfase na área da cosmetologia. Para obtenção dos polifenóis, aplicam-se os métodos convencionais como a extração sólido-líquido com diferentes solventes, e os métodos não-convencionais como a utilização de fluidos supercríticos, ultrassom e irradiação por ultrassom. O estudo em questão, trata-se de uma revisão integrativa que associa diferentes estudos práticos e teóricos que fizeram o uso dos métodos convencionais e não convencionais para extração de polifenóis em bagaços de uvas, objetivando a determinação do quantitativo e análise de polifenóis e os métodos de extração, respectivamente. Verificaram-se os melhores resultados para o método sólido-líquido convencional utilizando o etanol como solvente, e os métodos não-convencionais utilizando ultrassom e fluido supercrítico, sendo esse último potencialmente aplicável para a indústria. Portanto, verifica-se a necessidade de correlação direta dos métodos convencionais e não-convencionais para otimização de extração de polifenóis em bagaços de uvas.

Palavras-chave: bagaço de uva; extração; polifenóis.

STUDY AND ANALYSIS OF EXTRACTION METHODS OF POLYPHENOLIC COMPOUNDS FROM GRAPE BAG RESULTING FROM WINE PRODUCTION

Abstract: In view of the amount of waste from wine production, grape pomace stands out, which has the potential to extract polyphenols. Polyphenols compounds are characterized by being capable of minimizing oxidative damage and providing photoprotection, which can be applied from food industry to pharmaceutical industry, with an emphasis on cosmetology. To obtain polyphenols, conventional methods are applied, such as solid-liquid extraction with different solvents, and non-conventional methods, such as the use of supercritical fluids, ultrasound and ultrasound irradiation. The present study is an integrative review that combines different practical and theoretical studies that used conventional and unconventional methods of polyphenols extraction from grape pomace, aiming to determine quantity and analysis of polyphenols and the methods of extraction, respectively. The best results were verified on the conventional solid-liquid method using ethanol as solvent and non-conventional methods using ultrasound and supercritical fluid, the latter being potentially applicable to the industry. Therefore, there is a need for a direct correlation between conventional

* Centro Universitário do Vale do Ipojuca. E-mail: vlcfreitas@hotmail.com

** Centro Universitário do Vale do Ipojuca. E-mail: tiberio.vasconcelos@professores.unifavip.com.br

and non-conventional methods to optimize the extraction of polyphenols from grape pomace.

Keywords: extraction; polyphenols; grape pomace.

INTRODUÇÃO

Os vinhos são considerados uma das bebidas alcóolicas mais antigas e presentes na sociedade, impactando positivamente a sociedade a nível cultural e econômico de diferentes regiões. Essas bebidas são produzidas a partir da uva, através do processo de fermentação alcóolica (NODARI,2019). A elevada produção de vinhos gera, segundo Jacques *et al.* (2014), um montante considerável de resíduos – destacando o bagaço da uva constituído pela casca, sementes e engaços –, ademais, para De Mello e Da Silva (2014), o bagaço da uva no processo de produção de vinho, constitui aproximadamente 20% do peso da mesma. Por outra perspectiva, o interesse pela utilização do bagaço da uva pelas indústrias farmacêuticas, de alimentos e cosméticos tem ascendido com a potencialidade dos compostos bioativos constituintes, como os polifenóis (SALES *et al.*, 2012).

Os polifenóis são classificados como compostos de caráter heterogêneo que possuem ação antioxidante, logo, capacidade de redução do processo de oxidação, contribuindo diretamente para redução do oxigênio singlete e do envelhecimento de células. Apresentam também ações anti-inflamatórias, antimicrobianas e antitrombóticas (SÉFORA-SOUSA; ANGELIS-PEREIRA, 2013). Diferentes estudos (ROCKENBACH *et al.*,2008; AZEVEDO *et al.*, 2019; Silva, 2018), destacam a presença considerável de polifenóis no bagaço da uva, com ênfase em suas sementes e cascas, bem como, elucidam a elevada capacidade de extração e obtenção de polifenóis a partir do resíduo oriundo do processo de fabricação de vinho, objetivando direcionar para aplicação em diferentes segmentos da saúde. A extração dos polifenóis do bagaço da uva pode ser dada pelos métodos convencionais, como a extração líquido-sólido ao qual faz-se o uso comumente de solventes orgânicos, ou de métodos não-convencionais, como a extração por microondas (LEÃO *et al.*,2016; GUERRA, 2012).

Tem-se como principais quantificações de polifenóis, as concentrações de polifenóis totais, flavanóis como a quantidade de antocianinas e não-flavanóis como os ácidos fenólicos (KUSKOSKI *et al.*, 2006), para atribuir as concentrações dos compostos capazes de atuar em aplicações distintas, logo, o trabalho em questão tem

como finalidade, avaliar o desempenho dos principais métodos de extração convencional e não-convencional de polifenóis dos bagaços de uvas provenientes da indústria de vinho, correlacionando, por revisão integrativa, os diferentes resultados, através das concentrações dos principais compostos fenólicos presentes no resíduo de estudo.

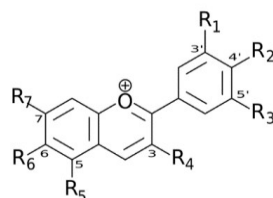
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

POLIFENÓIS

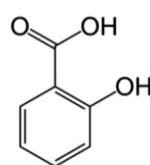
Para o estudo de Faller e Fialho (2009), o grupo de compostos químicos orgânicos denominados fenólicos ou polifenóis está presente em diferentes alimentos, como frutas e hortaliças. Eles desempenham diferentes funções fisiológicas, com ênfase nas atividades antioxidativa a qual minimiza a ação dos radicais livres presentes nos principais grupos do corpo humano, em átomos ou moléculas, resultando em problemas de saúde, como cardiopatias e envelhecimento precoce.

As principais estruturas de polifenóis são representadas na Figura 1, dispondo de mais de um grupo fenólico presente na cadeia orgânica dos compostos, além de anéis benzênicos e hidroxilas, sendo caracterizados pela facilidade de oxidação (ARCHELA; DALL'ANTONIA, 2014). A disposição orgânica de sua estrutura é responsável por dividir os polifenóis em grupos, proveniente da presença dos elementos constituintes.

Figura 1 – (a) cadeia orgânica dos compostos de antocianina (b) cadeia orgânica dos compostos de ácidos fenólicos.



(a) Antocianina



(b) Ácidos Fenólicos

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Através da perspectiva de Allebrandt *et al.* (2020), é enfatizado que, as principais determinações dos não-flavanóides dá-se para o resveratrol, ácidos gálicos, fenólicos e vanílico, ao passo que para as determinações dos flavanóides encontra-se a antocianinas, quercetina, caempferol e a catequina.

Antocianinas

O grupo de antocianinas, para Aguilera-Otíz *et al.* (2011), é caracterizado por fornecer pigmentação e agir como glicosídeos, portanto, atuando preventivamente e desacelerando problemas cardiovasculares, enquanto por outra perspectiva, os subgrupos de antocianinas são descritos com a presença de anéis aromáticos associados a carbonos. Dentre os diferentes subgrupos de antocianinas existentes, destaca-se as cianidina e pelargonidina, presentes em frutos, como uvas e bagaços de uvas. A extração de antocianinas comumente ocorre através da extração sólido-líquido, fazendo uso de solventes orgânicos como álcool ou metanol, a detecção é realizada utilizando o instrumento espectrofotômetro, enquanto a separação e quantificação dá-se através da técnica de cromatografia (MARÇO *et al.*, 2008).

Ácidos Fenólicos

Segundo Soares (2001), os ácidos fenólicos podem ser encontrados em sua forma livre ou arranjada e são caracterizados pela configuração na cadeia orgânica de um anel benzênico, hidroxilas, metóxilas e grupos carboxílicos, e, sua presença em alimentos e fármacos pode resultar em ações preventivas para doenças cardiovasculares e cânceres. Esses compostos se subdividem em ácidos cinâmicos e benzoicos, e possuem a capacidade de associar entre si, formando novos ácidos com diferentes propriedades, sendo o caso do ácido caféico (ANGELO; JORGE, 2007). Para Cabrita *et al.* (2003), as uvas, especificamente os vasos fibrovasculares, película e polpa de seu corpo, possuem um quantitativo significativo de ácidos fenólicos, logo, tornando-as fontes potenciais para obtenção dos compostos supracitados.

MÉTODO DE EXTRAÇÃO CONVENCIONAL

As técnicas corriqueiras de extração de polifenóis são caracterizadas pela presença de solventes orgânicos e associação de fontes de calor, para a separação mássica através do processo de difusão (CARVALHO *et al.*, 2018). Os métodos de extração convencionais fazem o uso de solventes como o etanol, acetato de etila, metanol e acetona, utilizando do equipamento soxhlet, através da separação líquido-sólido, contudo, tem-se como desvantagem desses processos, o alto custo, dado a elevada necessidade do uso de energia, além da possibilidade de degradação de compostos voláteis, logo, sensíveis a mudanças de temperaturas de trabalho.

MÉTODOS DE EXTRAÇÃO NÃO-CONVENCIONAL

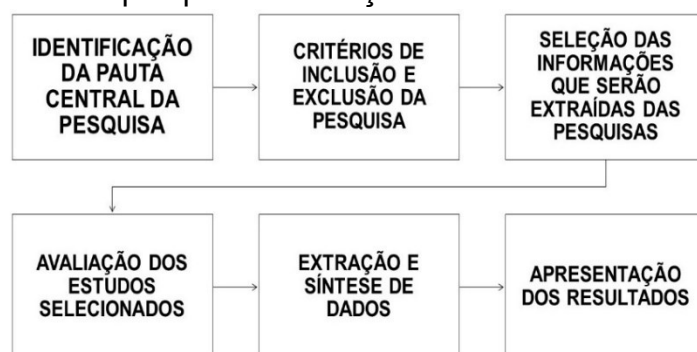
Para Ribeiro *et al.* (2007), com a busca por otimizar a obtenção de polifenóis, redução de custos e/ou impactos ambientais, desenvolveram-se e aprimoraram-se determinados métodos aplicando solventes não convencionais ao processo de extração, distintos equipamentos, aplicação de pressão negativa, fluidos supercríticos, por ondas ultrassônicas e micro-ondas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa em questão consiste em uma revisão integrativa, a qual para Ercole *et al.* (2014), é um tipo de estudo com o objetivo de condensar e correlacionar pesquisas bibliográficas experimental e não-experimental de forma secundária, com o assunto em análise, proporcionando o desenvolvimento de uma nova perspectiva e resultados da problemática em averiguação. As etapas de produção para a revisão integrativa dão-se através das etapas demonstradas na Figura 2.

Inicialmente, deve-se definir o tema, assim como perguntas que possam ser esclarecidas ao decorrer da análise, seguindo para definição da amostragem que será utilizada, impondo os critérios de inclusão e exclusão das pesquisas selecionadas, sendo possível averiguar as bibliografias selecionadas, tal como, a obtenção, tratamento e correlação de dados. Destaca-se a necessidade de realização de análise de caráter crítico, responsável por prospectar a pauta central do autor (PAIVA *et al.*, 2016).

Figura 2 – Etapas para elaboração de uma revisão integrativa



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Para a junção das pesquisas bibliográficas utilizadas, fez-se uso das seguintes bases de dados: Google Acadêmico, *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), *SciVerse Scopus* e *ScienceDirect*, durante o período de fevereiro a abril de 2022. Os descritores para buscas foram “extração de polifenóis em uvas”, “extração de polifenóis”, “polifenóis em bagaços de uvas” e “bagaços de uvas provenientes de vinícolas”, sendo aplicados na língua inglesa e portuguesa.

Definiu-se como critérios de inclusão, bases bibliográficas publicadas entre 2005 e 2022, nos idiomas português e inglês, pesquisas experimentais de extração de polifenóis de bagaços de uvas, fazendo uso dos métodos convencionais e não convencionais e determinações das concentrações de flavanóis, não-flavanóis e polifenóis totais. Foram encontradas 5.450 publicações científicas, e selecionados 20 estudos, considerando os aspectos citados.

Complementando o direcionamento do estudo, aplicou-se o critério de P.I.C.O, como mostrado na Tabela 1, sendo esse método utilizado para evidenciar a pauta central da pesquisa (SANTOS *et al.*, 2007).

Tabela 1 – Estratégia P.I.C.O

Critério	Diretrizes
P (População)	Bagaço de uvas provenientes de vinícolas
I (Interesse)	Extração de polifenóis
C (Comparação)	Métodos de extração
O (<i>Outcomes</i>)	Método mais viável para extração de compostos fenólicos de bagaços de uvas gerados na produção de vinhos

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A Tabela 2, indica os estudos selecionados, baseando-se na análise de identificação de diferentes métodos de extração dos compostos fenólicos em bagaços de uvas.

Tabela 2 – Pesquisas selecionadas

Autor	Título	Método de Extração	Resultados
(DENGO; FERREIRA, 2017)	Avaliação in vitro do potencial fotoprotetor do extrato do bagaço da uva Isabel (<i>Vitis Labrusca</i> L)	Sólido-líquido	Identificação de compostos metabólicos no bagaço da uva
(FERREIRA <i>et al.</i> , 2017)	Otimização da extração aquosa de polifenóis do bagaço de mirtilo e do resíduo da vinificação	Irradiação por micro-ondas	O extrato aquoso de bagaço de mirtilo e resíduo de vinho apresenta boa capacidade antioxidante e potencial de aplicação a nível industrial
(GRAEBIN, 2014)	Recuperação de compostos bioativos de bagaço de uva por cultivos fúngicos em estado sólido comparado ao método de extração sólido-sólido	Sólido-líquido	Indicadores satisfatórios para utilização do etanol como substituição a demais solventes de caráter orgânico, além de obtenção de elevada concentração de compostos fenólicos
(DE CAMPOS, 2005)	Obtenção de extratos de bagaço de uva cabernet sauvignon (<i>Vitis vinífera</i>): parâmetros de processo e modelagem matemática	Fluido supercrítico, sólido-líquido, extração soxhlet, fracionamento com solventes orgânicos	Identificação de 13 polifenóis no bagaço da uva em métodos não-convencionais, e 6 polifenóis em métodos convencionais
(DIÓRIO, 2017)	Determinação de compostos fenólicos e carotenoides do óleo de sementes de uva (Cabernet Sauvignon e Bordô) extraído por ultrassom	Ultrassom, extração soxhlet	Maior concentração do óleo para a extração soxhlet, contudo, potencialmente para o método de ultrassom, tem-se as maiores concentrações de compostos
(DOS SANTOS PINHEIRO, 2019)	Microencapsulação de extrato de bagaço de uva	Sólido-líquido	Concentração adequada de compostos fenólicos e maior conservação a partir da microencapsulação
(SANT ANNA <i>et al.</i> , 2011)	Extração de compostos fenólicos de bagaço de uva	Sólido-líquido	Elevado índice de composto fenólico no bagaço da uva e atividade antioxidante no extrato
(GRUZ <i>et al.</i> , 2013)	Recuperação de compostos bioativos a partir do bagaço de uva	Sólido-líquido	Extrato com elevada capacidade antioxidante
(SOARES <i>et al.</i> , 2008)	Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel	Sólido-líquido	Resultados positivos para a concentração de polifenóis e atividades antioxidantes presentes nas cascas das uvas
(BARCELLOS <i>et al.</i> , 2018)	Extração aquosa do bagaço de uva Merlot resultante de vinificação tinta: obtenção de fibras alimentares e compostos fenólicos	Extração aquosa	Determinação de compostos fenólicos e recuperação de fibras com capacidade antioxidante

(MAZZA, 2017)	Extração assistida por ultrassom e microencapsulação por spray drying de compostos fenólicos do bagaço de uva	Ultrassom	Determinou-se a condição mais adequada para extração por ultrassom para a análise e identificação e quantificação de polifenóis presentes no bagaço da uva de forma eficiente
(DE CARVALHO <i>et al.</i> , 2018)	Métodos de extração de compostos bioativos: aproveitamento de subprodutos na agroindústria	Sólido-líquido, solventes não convencionais, extração por pressão negativa, extração supercrítica com CO ₂ , extração líquida pressurizada, extração com água subcrítica, extração assistida por ultrassom e extração por membranas filtrantes	Potencialidade de aplicação dos métodos não-convencionais para extração de compostos fenólicos, contudo, apresentando alto custo
(SILVA, 2018a)	Efeitos na coloração, atividade antioxidante, e composição fenólica no suco de uva (<i>Vitis Labrusca</i> L.), enriquecido de termomaceração dos subprodutos de prensagem	Extração com alta pressão	Maior concentração de polifenóis nas cascas e películas da uva
(SILVA, 2018b)	Identificação de compostos fenólicos, macroantioxidantes e avaliação da atividade antioxidante do bagaço de uva proveniente da indústria de sucos no Vale do São Francisco	Sólido-líquido	Identificação de compostos fenólicos em diferentes tratamentos de uvas, em ciclos distintos
(DE OLIVEIRA, 2016)	Determinação de polifenóis totais em vinhos por espectrofluorimetria	Sólido-líquido	Maior concentração de polifenóis em vinhos tintos à vinhos brancos
(HAAS <i>et al.</i> , 2019)	Resíduo obtido do processamento de sucos de uva (<i>Vitis labrusca</i> L.): composição fenólica, bioacessibilidade in vitro e potencial biológico em células tumorais	Sólido-líquido	Identificação de antocianinas, catequina, epicatequina, ácido ferúlico, ácido caféico e trans-resveratrol, mono e diglicosiladas nos resíduos das uvas
(SHURE, 2013)	Influência do tempo de armazenamento sobre o conteúdo de polifenóis totais e na atividade antioxidante do bagaço de uva	Sólido-líquido	Diferentes concentrações de polifenóis alternando os solventes, com ênfase na modificação da concentração dos compostos de acordo com as condições de armazenamento e contatos com o meio
(CHAFER <i>et al.</i> , 2005)	Supercritical fluid extraction and HPLC determination of relevant polyphenolic compounds in grape skin	Fluido supercrítico	Determinação de compostos fenólicos nas cascas de uvas e validação do método analítico
(FARÍAS-CAMPOMANES <i>et al.</i> , 2013)	Production of polyphenol extracts from grape bagasse using supercritical fluids: Yield, extract composition and economic evaluation	Fluido supercrítico	O processo de extração supercrítica de CO ₂ /etanol extratos com maiores concentrações de fenólicos do que os extratos produzidos com técnicas convencionais.

(TYSKIEWICZ;
EDWARD RÓ, 2018)

The Application of Supercritical Fluid Extraction in Phenolic Compounds Isolation from Natural Plant Materials

Fluido supercrítico

A não-determinação total dos compostos fenólicos, contudo, evidencia a eficácia para extração de polifenóis utilizando o CO₂ supercrítico

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A partir da seleção bibliográfica, fez-se o levantamento de dados, considerando as concentrações de análises estabelecidas e resultados individuais, correlacionando-os a partir dos métodos de extração.

RESULTADOS

Considerando o método convencional de extração, sólido-líquido, para Dengo e Ferreira (2017), que fez o uso de extrato aquoso de etanol e hidroetanol para obtenção de polifenóis em bagaço de uvas, detectou-se a presença de FeCl₃ (taninos), gelatina (taninos) e shinoda (flavonoides) para o extrato de etanol. Para o extrato hidroetanólico verifica-se a presença de FeCl₃ (taninos) e shinoda (flavonoides), enquanto o extrato aquoso, identificou FeCl₃ (taninos), além da constatar a capacidade do Fator de Proteção Solar (FPS), que embora atinja baixos valores, indica a potencialidade de utilização do bagaço da uva como forma de otimizar a capacidade FPS em cosméticos, por exemplo. De modo similar, Dos Santos Pinheiro (2019), fazendo uso do extrato hidroetanólico para obtenção de polifenóis a partir bagaço de uva, alcançou 10,6% dos polifenóis e maior preservação de suas características aplicando o processo de microencapsulação. Pela perspectiva de Graebin (2014), que utilizou etanol e *Tween* 80 para quantificar os polifenóis totais e a capacidade da atividade oxidante presente nos bagaços de uva, determinou os melhores resultados para o uso do etanol na extração sólido-líquido, enfatizando a influência direta da temperatura no processo de extração, como variável principal da eficácia do processo. Além disso, o autor indica a possibilidade de utilização do etanol no processo, como substituto a outros solventes atuantes no método de extração de polifenóis, considerando sua eficiência, potencialidade, custo e redução de impactos ambientais. Em contrapartida, Shure (2013) faz uso do *Tween* 80 e hidroetanol como solvente, embora, enfatizando a influência do armazenamento do bagaço de uvas para extração e conservação dos compostos ativos.

Nos resultados de Sant Anna *et al.* (2011), que fez uso do método sólido-líquido, no bagaço de uva para extração dos polifenóis totais e antocianinas, obteve respectivamente 55,64% e 33,86% para os polifenóis totais e antocianinas e elevadas atividades antioxidantes, utilizando a concentração de 50% de etanol durante o processo. De forma semelhante, Gruz *et al.* (2013) fez uso do etanol e hidroetanol no processo de extração de compostos de caráter bioativos em bagaços de uva, atingindo os melhores resultados de obtenção dos polifenóis com o uso do hidroetanol no processo, em condições específicas de temperatura, pontuando a necessidade de adequação do solvente e substrato associado a temperatura de trabalho.

De Oliveira (2016) foi responsável por estudar a determinação de polifenóis totais em vinhos em solução aquosa, pelo método da espectrofluorimetria, identificando a presença dos compostos e conseguindo quantificá-los, enquadrando-os como aceitáveis.

Nos estudos de Soares *et al.* (2008), destaca-se o uso da acetona como solvente durante o processo de extração dos polifenóis como antocianinas, flavanóis e determinação das atividades antioxidantes de cascas de dois tipos diferentes de uvas. Para ambas foram obtidos resultados satisfatórios para a determinação dos polifenóis, fazendo o uso da acetona 75%, contudo, verificou-se a perda de atividades antioxidantes no processo de extração, sendo compreendido pela correlação entre a concentração de compostos fenólicos e as reações com os radicais livres. Em contrapartida, Barcellos *et al.* (2018), fez uso de bagaços de uvas *Merlot*, originário do processo de produção de vinhos, em separação sólido-líquido usando um solvente aquoso em proporção de 1:7. O estudo em questão obteve como resultado a separação e quantificação considerável para aplicações em diferentes áreas de compostos polifenólicos totais, ácido gálico, atividades antioxidantes e antocianinas, verificando o método como eficiente e com menor impacto ambiental que os demais métodos de extração. De modo similar, Silva (2008b) obteve polifenóis e atividades antioxidantes extraídos do bagaço de uva oriundos da indústria de vinhos, atingindo valores aceitáveis para os pontos de análise do estudo. Entretanto, verificam-se os melhores resultados dos bagaços de uvas resultantes do processo de produção de sucos, assim como Haas *et al.* (2019), que obteve resultados satisfatórios para a extração dos polifenóis em sucos de uvas.

Para Ferreira *et al.* (2017), especificamente na etapa do estudo ao qual fez uso dos resíduos da vinificação a partir de uvas do tipo *Malbec* e extrato aquoso para o

processo de obtenção de polifenóis pelo método não-convencional por irradiação por micro-ondas, atingiu a eficiência máxima de 70% de antocianinas constituintes na fruta. Portanto, apresentando elevada capacidade antioxidante e elevada capacidade de separação e extração dos polifenóis. De Campos (2005) verificou a determinação dos extratos em bagaços de uvas, através de diferentes métodos não-convencionais e convencionais, para o uso de fluidos supercrítico onde obteve-se o maior rendimento de polifenóis em 4,2%. Enquanto com a aplicação dos métodos convencionais, qualificou 13 diferentes polifenóis e elevado percentual de atividades antioxidantes.

O método do uso de ultrassom para identificação e quantificação de compostos fenólicos em sementes de uvas foi usado por Diório (2017), determinando caroteno, polifenóis e carotenoides totais, além de ácidos como palmitoleico, linolênico, eicosenoico, mirístico, behênico, lignocérico e aracdônico. Para os resultados dos polifenóis totais, pontua que elevadas temperaturas nesse processo, diferente do método convencional de extração sólido-líquido, pode ocasionar modificações nas moléculas dos compostos, e conseqüentemente reduzir sua concentração e propriedades. Já Mazza (2017), de forma similar, fez o uso de ultrassom para obtenção de extrato com a presença de compostos fenólicos a partir do bagaço de uva, sendo possível identificar 18 compostos fenólicos, destacando a eficiência do processo quanto a determinada finalidade.

Nas observações de Chafer *et al.* (2010), buscou-se determinar trans-resveratrol, quercetina, rutin, (+) catequina e (-) epicatechin utilizando fluido supercrítico e o etanol como solvente aplicados a casca de uvas, sendo possível determinar os polifenóis no extrato aquoso e fração sólida. Ao passo que em Farías-Campomanes *et al.* (2013) utilizou-se da perspectiva econômica da aplicação do fluido supercrítico para obtenção e recuperação de polifenóis em bagaços de uva, utilizando como solvente o etanol e o CO supercrítico, a fim de atingir valores maiores que aplicação dos métodos convencionais em grande escala. Dessa maneira, verificou-se a presença de 7 compostos fenólicos nos bagaços de uvas, tal como a viabilidade da implementação do sistema de extração polifenólicos pelo método do fluido supercrítico de bagaços de uvas, na planta industrial analisada. Para Tyskiewicz *et al.* (2018), atribuindo resultados oriundos de referências bibliográficas, verifica-se a confiabilidade para aplicação do CO₂ supercrítico puro para extração de compostos polifenólicos, no entanto, a modificação em co-solventes associados a CO supercrítico remete maior rendimento para obtenção dos polifenóis, além disso, pontua a eficiência

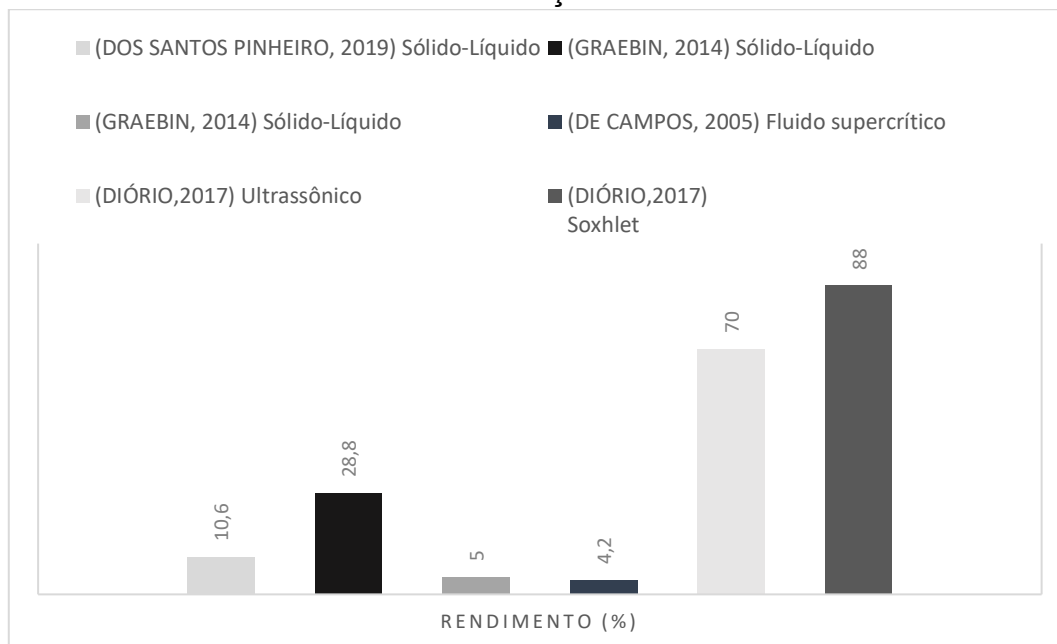
para extração de polifenóis em uvas, especificamente em bagaços de uvas, através da utilização de diferentes fluidos supercríticos.

Pela perspectiva de Silva (2018a), ao qual extraiu polifenóis a partir do suco de uvas fazendo uso altos teores de pressão, método não-convencional, atribuiu significantes resultados para a primeira extração de polifenóis totais e atividades antioxidantes, portanto elevada capacidade de sequestro de radicais livres. Além disso, determina significativamente a presença de polifenóis e agentes de caráter oxidativo nas cascas e sementes de uvas, resíduos de processos que fazem uso de uvas, como a produção de vinhos e sucos. De forma geral, De Carvalho *et al.* (2018), em seu estudo, elucida a importância e os principais estudos que fazem uso de métodos não-convencionais, com o intuito de melhor eficiência na extração de polifenóis e menor impactos ambientais, além da redução de energia e maior seletividades dos polifenóis. Evidencia também a extração de polifenóis fazendo uso de pressões negativas, líquidos pressurizados, ultrassom, membranas filtrantes e solventes não-convencionais, enquanto os métodos convencionais resultam em menores custos, embora impactem negativamente o meio ambiente e tenham menor possibilidade de seletividade dos polifenóis.

A associação de diferentes estudos e métodos com a efetividade de extração de polifenóis atribui diferentes resultados, dado que, situa-se em diferentes unidades de concentração e compostos fenólicos. Não obstante, é possível identificar o percentual de extração e atribuir a perspectiva das possibilidades para extração de compostos fenólicos em bagaços de uvas, com ênfase na indústria vinícola. O Gráfico 1 representa índices de extração oriundos dos autores discutidos ao decorrer do tópico, apresentados em suas respectivas pesquisas.

Verifica-se que, os métodos de extração atingem diferentes percentuais para o rendimento de extração, uma vez que atribuem diferentes variáveis de trabalho e concentração de reagentes. Todavia, faz-se importante destacar a eficiência dos métodos para extração através do método de utilização do fluido ultrassônico e fazendo uso do Soxhlet, embora pontue-se a validação dos demais métodos a diferentes níveis de produção, devendo considerar não apenas o rendimento do processo, mas também, os aspectos econômicos e ambientais.

Gráfico 1 – Rendimento de extração de polifenóis por diferentes métodos de extração



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

CONCLUSÕES

A partir do estudo em questão, se fez possível verificar os diferentes métodos convencionais e não-convencionais para extração de compostos fenólicos provenientes de uvas, bagaços de uvas, vinhos e sucos de uvas, destacando os métodos não-convencionais e com ênfase na utilização de fluidos supercríticos, diante da possibilidade de atribuição desse método em grande escala, o qual valida a utilização direta dos bagaços de uvas resultantes do processo de produção de vinho. Ademais, destaca-se a utilização corriqueira e eficaz do etanol no método de separação sólido-líquido que resulta em altos percentuais de extração de compostos bioativos e de baixo custo, embora remeta-se a necessidade de verificação de parâmetros que afetam diretamente o processo, como a temperatura de trabalho do sistema.

Diante dos resultados obtidos, enfatiza-se a possibilidade de utilização do bagaço da uva oriundo do processo de vinificação para extração de polifenóis e aplicabilidades na área da saúde devido a sua capacidade antioxidante, para fins alimentícios, fármacos ou cosméticos, destacando a última área citada como propulsora a inovação e desenvolvimento de novos produtos com elevado potencial antioxidante e fotoprotetor. Assim, observa-se a necessidade de otimizar pesquisas

com o objetivo de elevar o rendimento da extração de polifenóis em bagaços de uvas, propondo correlação dos métodos de extração como forma de atingir maiores concentrações de polifenóis.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA-OTÍZ, Miguel *et al.* **Propiedades funcionales de las antocianinas.** *Biotecnia*, v. 13, n. 2, p. 16-22, 2011.
- ALLEBRANDT, Ricardo *et al.* Efeito do porta-enxerto sobre a concentração de compostos fenólicos em vinhos Cabernet Sauvignon e Merlot. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 4, p. 399-406, 2020.
- ANGELO, Priscila Milene; JORGE, Neuza. Compostos fenólicos em alimentos—Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ARCHELA, Edson; DALL'ANTONIA, Luiz Henrique. **Determinação de Compostos Fenólicos em Vinho: Uma revisão. Compostos Fenólicos**, [s. l.], 2014.
- AZEVEDO, Gabriela Diersmann *et al.* EFEITO DA SECAGEM SOBRE POLIFENÓIS EM BAGAÇO DE UVA. In: IX SIEPEX-IX Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2019.
- BARCELLOS, Thaisi *et al.* Extração aquosa do bagaço de uva Merlot resultante de vinificação tinta: obtenção de fibras alimentares e compostos fenólicos. In: Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HORTICULTURA, 1., 2018, Lisboa. Lisboa: Associação Portuguesa de Horticultura, mar. 2018. p. 504-509.(Actas Portuguesas de Horitcultura, 29). Suporte eletrônico., 2018.
- CABRITA, Maria João; RICARDO-DA-SILVA, Jorge; LAUREANO, Olga. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. I SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA. Anais... Ensenada, México, 2003.
- CARVALHO, Marlon Thiago; BERGAMASCO, Rosângela; GOMES, Raquel Gutierrez. **MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE COMPOSTOS BIOATIVOS: APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS NA AGROINDÚSTRIA.** Extração, [s. l.], 2018.
- CHAFER, Amparo; PASCUAL-MARTI, M. Carmen; SALVADOR, Amparo; BERNA, Angel. **Supercritical fluid extraction and HPLC determination of relevant polyphenolic compounds in grape skin.** Extraction, [s. l.], 2005.

- DE CAMPO, LUANDA MARIA ABREU SILVA. **OBTENÇÃO DE EXTRATOS DE BAGAÇO DE UVA CABERNET SAUVIGNON (Vitis vinifera): PARÂMETROS DE PROCESSO E MODELAGEM MATEMÁTICA.** 2005. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, [S. I.], 2005.
- DE CARVALHO, MARLON THIAGO; BERGAMASCO, ROSÂNGELA; GOMES, RAQUEL GUTTIERRES. Métodos de extração de compostos bioativos: aproveitamento de subprodutos na agroindústria. **Uningá Review Journal**, v. 33, n. 1, p. 66-84, 2018.
- DE MELLO, L. M. R.; DA SILVA, G. A. Disponibilidade e características de resíduos provenientes da agroindústria de processamento de uva do Rio Grande do Sul. Embrapa Uva e Vinho-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2014.
- DENGO, Bruna Luiza; FERREIRA, João Ronaldo Notargiacomo. Avaliação in vitro do potencial fotoprotetor do extrato do bagaço da uva Isabel (Vitis Labrusca L). **Evidência**, v. 17, n. 1, p. 45-56, 2017.
- DIÓRIO, Alexandre. **Determinação de compostos fenólicos e carotenoides do óleo de sementes de uva (Cabernet Sauvignon e Bordô) extraído por ultrassom.** 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Maringá.
- DOS SANTOS PINHEIRO, Mariana Nogueira. **Microencapsulação de extrato de bagaço de uva.** 2019.
- ERCOLE, Flávia Falci; MELO, Laís Samara de; ALCOFORADO, Carla Lúcia Goulart Constant. Revisão integrativa versus revisão sistemática. **Revista Mineira de Enfermagem**, v. 18, n. 1, p. 9-12, 2014.
- FALLER, Ana Luísa Kremer; FIALHO, Eliane. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 43, p. 211-218, 2009.
- FARÍAS-CAMPOMANES, Angela M.; ROSTAGNO, Mauricio A.; MEIRELES, , M. Angela A. **Production of polyphenol extracts from grape bagasse using supercritical fluids: Yield, extract composition and economic evaluation. Production of polyphenol**, [s. I.], 2013.
- FERREIRA, Lauren Fresinghelli *et al.* **Otimização da extração aquosa de polifenóis do bagaço de mirtilo e do resíduo da vinificação.** 2017.

- GRAEBIN, Natália Guilherme. **Recuperação de compostos bioativos de bagaço de uva por cultivos fúngicos em estado sólido comparado ao método de extração sólido-sólido**. 2014.
- GRUZ, Ana Paula Gil *et al.* Recuperação de compostos bioativos a partir do bagaço de uva. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1147-1157, 2013.
- GUERRA, Celito Crivellaro. Polifenóis da uva e do vinho. Embrapa Uva e Vinho-Artigo em periódico indexado (ALICE), 2012.
- HAAS, Isabel Cristina da Silva *et al.* **Resíduo obtido do processamento de sucos de uva (*Vitis labrusca* L.): composição fenólica, bioacessibilidade in vitro e potencial biológico em células tumorais**. 2019.
- JACQUES, A. C. *et al.* Elaboração de farinha de uva utilizando bagaço da indústria vitivinícola: efeito sob os compostos fenólicos. COBEQ. Florianópolis, out, 2014.
- KUSKOSKI, Eugenia Marta *et al.* Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.
- LEÃO, Maria Fernanda Moura; DE OLIVEIRA, Luís Flávio Souza; MACHADO, Michel Mansur. Avaliação da eficiência de extração dos polifenóis de amostras de chá através de métodos domésticos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 13, n. 2, p. 82-88, 2016.
- MARÇO, Paulo Henrique; POPPI, Ronei Jesus; SCARMINIO, Ieda Spacino. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v. 31, p. 1218-1223, 2008.
- MAZZA, KEL. **Extração assistida por ultrassom e microencapsulação por spray drying de compostos fenólicos do bagaço de uva**. Embrapa Agroindústria de Alimentos-Tese/dissertação (ALICE), 2017.
- NODARI, Eunice Sueli. Vinhos de Altitude no Estado de Santa Catarina: afirmação de uma identidade. **Revista Tempo e Argumento**, v. 11, n. 26, p. 183-200, 2019.
- OLIVEIRA, Ana Christina Silva de. Determinação de polifenóis totais em vinhos por espectrofluorimetria.
- PAIVA, Marlla Rúbya Ferreira *et al.* Metodologias ativas de ensino-aprendizagem: revisão integrativa. **SANARE-Revista de Políticas Públicas**, v. 15, n. 2, 2016.

- RIBEIRO, Érika Taciana Santana *et al.* **Emprego de técnicas de extração a alta e baixa pressão para obtenção de polifenóis antioxidantes do subproduto agroindustrial de maçã.** 2007.
- ROCKENBACH, Ismael Ivan *et al.* Influência do solvente no conteúdo total de polifenóis, antocianinas e atividade antioxidante de extratos de bagaço de uva (*Vitis vinifera*) variedades Tannat e Ancelota. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 238-244, 2008.
- SALES, N. F. F. *et al.* Capacidade antioxidante de extratos hidroalcoólicos do bagaço de uva tinta. In: Embrapa Agroindústria de Alimentos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 19., 2012, Búzios. Anais... São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Química, 2012. p. 11435-11441., 2012.
- SANT ANNA, Voltaire; MARCZAK, Ligia Damasceno Ferreira; TESSARO, Isabel Cristina. Extração de compostos fenólicos de bagaço de uva. Seminário do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química (10.: 2011 out. 04-07: Porto Alegre, RS). Resumos e artigos [recurso eletrônico]. Porto Alegre, RS: UFRGS/EE/PPGEQ, 2011., 2011.
- SANTOS, Cristina Mamédio da Costa; PIMENTA, Cibele Andrucioli de Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, p. 508-511, 2007.
- SÉFORA-SOUSA, M.; ANGELIS-PEREIRA, De. Mecanismos moleculares de ação anti-inflamatória e antioxidante de polifenóis de uvas e vinho tinto na aterosclerose. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 15, n. 4, p. 617-626, 2013.
- SILVA, Hugo César Stéfano da. **Efeitos na coloração, atividade antioxidante, e composição fenólica no suco de uva (*Vitis Labrusca* L.), enriquecido de termomaceração dos subprodutos de prensagem.** 2018a.
- SILVA, Joilna Alves da. **Identificação de compostos fenólicos, macroantioxidantes e avaliação da atividade antioxidante do bagaço de uva proveniente da indústria de sucos no Vale do São Francisco.** 2018b. Tese de Doutorado.

- SOARES, Marcia *et al.* Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 59-64, 2008.
- SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de nutrição**, v. 15, p. 71-81, 2002.
- SUHRE, Tais. **Influência do tempo de armazenamento sobre o conteúdo de polifenóis totais e na atividade antioxidante do bagaço de uva**. 2013.
- TYSKIEWICZ, Katarzyna; EDWARD RÓ, Marcin Konkol and. **The Application of Supercritical Fluid Extraction in Phenolic Compounds Isolation from Natural Plant Materials**. Application of Supercritical , [s. l.], 2018.