



PERFIL DE COMPOSTOS FENÓLICOS DE RESÍDUOS DA ELABORAÇÃO DE VINHO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Caroline Pereira Mourão **Moraes**¹; Maria Aparecida **Rosa**²; Karine Rocha **Xavier**³; Marcos Moisés **Gonçalves**⁴; Márcia Regina **Assalin**⁵; Tiago Palladino **Delforno**⁶; Aline Telles Biasoto **Marques**⁷

Nº 24403

RESUMO – Resíduos da indústria vitivinícola podem ser explorados como fonte natural de compostos bioativos para aplicação em diversos setores. Este estudo investigou o perfil de compostos fenólicos de resíduo descartados durante a elaboração de vinho, procedente de regiões vitivinícolas do Estado de São Paulo. Compostos fenólicos do bagaço (cascas + sementes de uva) e do engaço (ou ráquis) foram extraídos utilizando métodos previamente estabelecidos em escala industrial e quantificados por análise cromatográfica. Os resultados evidenciaram que o bagaço apresentou maiores concentrações da maioria dos compostos fenólicos quantificados ($n=16$), com destaque para (-)-epicatequina, procianidina A2 e ácido trans-cafáico. Enquanto o engaço apresentou maiores teores de ϵ -viniferina e (-)-epigallocatequina galato. Sugere-se assim, que esses resíduos sejam melhor explorados como sub-produtos da vinificação, uma vez que podem ser considerados fontes de compostos bioativos com aplicações diversas industriais, gerando adicionalmente maior sustentabilidade para a cadeia da uva e melhorando a economia circular.

Palavras-chaves: Engaço, Bagaço, Compostos Bioativos, Uva.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Tecnologia em Alimentos, IFTM, Uberlândia-MG; carolmouraoueg@gmail.com

2 Colaborador, Analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

3 Colaborador, Funcionária da Conactus Ambiental

4 Colaborador, Empresa Medicatriz LTDA.

5 Colaborador, Analista da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP.

6 Colaborador, Pesquisador do Senai, SP

7 Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; aline.biasoto@embrapa.br

ABSTRACT – *Wine industry residues can be exploited as a natural source of bioactive compounds for application in various sectors. This study investigated the phenolic compound profile of residues discarded during winemaking, sourced from wine-producing regions in the State of São Paulo. Phenolic compounds from the grape pomace (grape skins + seeds) and the grape canes were extracted using methods previously established on an industrial scale and quantified by chromatographic analysis. The results showed that the grape pomace had higher concentrations of most of the quantified phenolic compounds (n=16), with notable amounts of (-)-epicatechin, procyanidin A2, and trans-caftaric acid. In contrast, the grape cane exhibited higher levels of ϵ -viniferin and (-)-epigallocatechin gallate. Therefore, it is suggested that these residues be better exploited as by-products of winemaking, as they can be considered sources of bioactive compounds with diverse industrial applications, additionally generating greater sustainability for the grape chain and improving the circular economy.*

Keywords: Grape Canes, Grape Pomace, Bioactive Compounds, Grape.

1. INTRODUÇÃO

A vitivinicultura no Brasil teve início com os colonizadores portugueses e se tornou uma atividade comercial no século XX. Originalmente focada em uvas americanas, as videiras europeias foram introduzidas no mesmo período. Até a década de 1960, sua exploração estava restrita a região Sul do país, mas desde então, tem se expandido para regiões tropicais e sub-tropicais, devido à diversidade de condições ambientais, sistemas de cultivo e recursos genéticos (Camargo et al., 2011). Vale ressaltar que essas regiões se destacam em virtude dos fatores ambientais, que contribuem para a síntese de compostos fenólicos (metabólitos secundários) devido ao estresse da videira causado pela insolação mais intensa (Oliveira et al, 2015). Atualmente, os principais Estados produtores de uvas são o Rio Grande do Sul, São Paulo, Pernambuco, Paraná, Bahia, Santa Catarina e Minas Gerais. A produção de uvas no país ultrapassa 1,4 milhões de toneladas/ano, sendo seus principais produtos derivados o vinho (156 milhões de L/ano) e o suco (160 milhões de L/ ano). O mercado interno absorve a maior parte da uva e de seus derivados, e os principais produtos exportados são a uva de mesa embalada em cumbucas plásticas e o suco concentrado (Mello; Machado, 2021).

O interesse pelos compostos bioativos, especialmente os compostos fenólicos, vem crescendo devido aos seus potenciais benefícios à saúde humana. Segundo Mello & Silva (2014), estudos indicam que os resíduos do processamento da uva para a produção de suco e vinho, como

o bagaço (casca e semente) e o engaço (ráquis), apresentam alto teor de compostos fenólicos, que possuem importantes atividades biológicas, fornecendo proteção significativa contra distúrbios metabólicos e cardíacos. Além disso, esses compostos possuem propriedades antienvhecimento, anticarcinogênicas e anti-inflamatórias (Houillé et al., 2015).

A procura por fontes de compostos fenólicos vêm aumentando nos últimos anos para diversas aplicações, notadamente para uso pelos setores nutracêutico, alimentício e cosmético, entre outras finalidades. Além disso, a indústria vem utilizando os compostos fenólicos como antioxidantes naturais. Neste sentido, ressalta-se a importância de dimensionar a disponibilidade do resíduo da agroindustrialização da uva, proveniente da elaboração de suco e vinho, para a finalidade de extração de compostos fenólicos. Em geral, cerca de 30% da uva destinada a produção do vinho e do suco é descartada na forma de resíduo (bagaço e engaço), que geralmente é queimado no campo, compostado ou destinado para nutrição animal (Pandey et al., 2014; Houillé *et al.*, 2015).

Por conseguinte, o bagaço e o engaço representam-se como recursos biológicos promissores, podendo conter elevadas concentrações de compostos bioativos com aplicações potenciais. Nesse sentido, tecnologias desenvolvidas atualmente visam beneficiar os produtores de uva brasileiros e as vinícolas, viabilizando a comercialização de resíduos resultantes do processamento do fruto e a extração de seus compostos fenólicos, originando insumo sustentável, que pode ser uma oportunidade de negócio para a economia circular. Assim, o objetivo deste estudo foi identificar o perfil de compostos fenólicos do engaço e do bagaço resultantes da elaboração de vinhos comerciais procedentes do Estado de São Paulo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Padrões e solventes

Os padrões de referências (grau de pureza $\geq 95\%$) kaempferol-3-O-glucosídeo e Procianidina A2 foram adquiridos da empresa Cayman chemical; ácido sirínico, (-)-epigallocatequina galato e miricetina foram comprados da empresa Trc Canada; ácido gálico, ácido caftarico, ácido *p*-cumárico, Procianidina B1, Procianidina B2, (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)-epicatequina galato, *trans*-piacetannol, isorhamnetina-3-O-glucosídeo e quercetina-3- β -D-glucosídeo foram obtidos da empresa Toronto Research Chemicals e ϵ -viniferina foi comprado da empresa Ambeed. Acetonitrila para HPLC, ácido fórmico, metanol e ácido ortofosfórico foram adquiridos da Sigma-Aldrich e a água ultrapura foi obtida de um sistema de purificação de água Millipore Milli-Q.

2.2. Matéria-prima

Os resíduos da elaboração do vinho analisados foram o bagaço (casca + semente) e o engaço (também conhecido como ráquis), coletados em setembro de 2023, em diferentes vinícolas

do Estado de São Paulo, nas regiões de Jundiaí, Espírito Santo do Pinhal e São Roque. Esse material foi transportado para a Empresa Conatus Ambiental, para a preparação dos extratos. As ráquis (engaço), após secas em estufa (40°C), foram cortadas em seções de 10 cm de comprimento e armazenadas em câmara controlada a 20°C por seis semanas, conforme procedimento adotado por Houillé *et al.* (2015) para aumentar o teor de compostos fenólicos desse tipo de resíduo. Após o período de armazenamento, as ráquis foram moídas em moedor analítico até obter o pó com um tamanho médio de partícula cerca de 1 mm. As cascas + sementes (bagaço) foram imediatamente moídas para iniciar o processo de extração dos compostos fenólicos.

2.3. Preparo dos extratos

A extração dos compostos fenólicos do bagaço e engaço foi realizada em triplicata seguindo a metodologia proposta por Houillé *et al.* (2015). Utilizou-se 15 g de pó moído de ambas as amostras. Para a preparação dos extratos, foi utilizado 300 mL de solução de etanol absoluto de grau farmacêutico 99,5°GL com água destilada (80:20 v/v), agitada por 30 minutos em agitador mecânico a velocidade de 1400 rpm e temperatura de 80°C, seguido de centrifugação a 4000 g por 15 min.

2.4. Concentração dos extratos

A concentração dos extratos obtidos dos resíduos do bagaço e engaço foi realizada no Laboratório de Resíduos e Contaminantes da Embrapa Meio Ambiente, com auxílio de um rotaevaporador (modelo Basis Hei-Vap precision) acoplado a uma bomba a vácuo (Rotavac, marca Heidolph, Schwabach, Alemanha) nas seguintes condições: pressão inicial 140 mbar; pressão final 60 mbar; temperatura 40°C; e rotação de 110 rpm por uma hora. Em seguida, gás nitrogênio foi utilizado para secar todo o solvente restante. Os extratos foram, então, armazenados em freezer a -26,3°C até a análise por cromatografia.

2.5. Identificação e quantificação dos compostos fenólicos

O perfil de compostos fenólicos foi determinado por cromatografia líquida de alta eficiência e detector de arranjo de diodos (HPLC/DAD) utilizando cromatógrafo modelo Prominence com sistema de software LabSolutions da marca Shimadzu (Kyoto, Japão). Para identificação e quantificação dos compostos fenólicos foram utilizados os métodos previamente validados por Natividade *et al.* (2013) e Costa *et al.* (2020). Os extratos concentrados foram ressuspensos com 500 µl de metanol e 1,5ml de fase móvel (solução ácido de ortofosfórico a 0,85%), e centrifugados a uma velocidade de rotação 14000 rpm por 20 minutos a 20°C. Após a centrifugação, filtrou-se o sobrenadante através de membrana de nylon de 13 mm de diâmetro com tamanho de poro de 0,45 µm. O volume de 25 µl de cada amostra foi injetado em três repetições. Para separação dos compostos fenólicos foi empregada a coluna Gemini-NX C18, a pré-coluna Gemini-NX C18, ambos da marca Phenomenex

(Torrance, USA) e o detector DAD nos comprimentos de 220, 280, 320 e 360 nm. Como fases móveis foram utilizados o ácido ortofosfórico em água ultrapura a 0,85% como solvente A e acetonitrila como solvente B. A seguinte eluição por gradiente foi aplicada: 0 min com 100% de solvente A; ajustado para 93% do solvente A e 7% do solvente B em 10 min; 90% do solvente A e 10% do solvente B em 20 min; 88% do solvente A e 12% do solvente B em 30 min; 77% do solvente A e 33% do solvente B em 40 min; 65% do solvente A e 35% do solvente B em 45 min; e 100% de solvente B em 55 min (tempo total de execução de 60 min). A temperatura do forno foi mantida a 40°C e a vazão de 0.5 mL/min.

Os compostos fenólicos foram identificados de acordo com seus espectros de UV e tempo de retenção em comparação com 17 padrões externos analisados nas mesmas condições metodológicas. A quantificação foi realizada a partir de curva de calibração construídas com sete pontos de diferentes concentrações (0,25; 0,5; 1; 5; 10; 25 e 50 µL/mL).

Adicionalmente, foi feita a identificação de compostos fenólicos por cromatografia líquida de ultra performance acoplado a um espectrômetro de massas triplo quadrupolo e fonte de ionização por *electrospray* (UPLC-ESI-MS/MS), utilizando equipamento Quattro Premier XE da marca Waters (Massachusetts, USA). Os extratos concentrados do bagaço foram ressuspensos com 1 mL de metanol, sendo retirado 100 µL e diluído com 900 µL de fase móvel (80% de ácido fórmico 0,1%/20% de Metanol) e filtrado através de um filtro PVDF 0,22µm. Já para os extratos concentrados de engaço, foi retirado 500 µL, diluído em 500 µL de fase móvel e centrifugado por 20 min, para então retirar o sobrenadante para a injeção. Ambos foram injetados em um volume de 20 µL em três repetições. A coluna Acquity UPLC® BEH C18 (1,7 µm, 2,1 mm ID, 100 mm) da marca Waters foi utilizada para a separação dos compostos, com temperatura do forno mantida em 30 °C e fluxo de 0,3 mL min⁻¹. O sistema foi operado em modo positivo e negativo de ionização e o monitoramento de reações múltiplas (MRM) foi utilizado para aquisição dos espectros de massa. As condições de aquisição foram: capilar de 3 KV e 2 KV respectivamente, extrator de 4 V, temperatura da fonte de 120 °C, temperatura e fluxo do gás de dessolvatação (N₂) iguais a 400°C e 500 L h⁻¹, respectivamente.

O sistema de UPLC-ESI-MS/MS operou em modo gradiente de eluição, aplicando-se como fases móveis a solução aquosa de ácido fórmico 0,1% (A) e metanol (B). O gradiente iniciou-se em 15% de (B) por 1,0 minuto, alterando-se linearmente para 40% (B) até 3,0 minutos e mantendo-se nesta condição até 5,1 minutos. Em 5,2 minutos alterou-se para 65% de (B) mantendo-se nesta condição até 6,0 minutos. Em 6,1 minutos alterou-se para 90% de (B) até 7,0 minutos. Finalmente em 7,1 minutos alterou-se para 15% de (B) até 8,0 min e o equilíbrio inicial reestabelecido, totalizando 8 minutos de corrida.

Os compostos fenólicos foram identificados por UPLC-ESI-MS/MS de acordo com suas massas e tempo de retenção em comparação com os 17 padrões externos analisados nas mesmas condições metodológicas. Para cada padrão, também foram construídas curvas de calibração de seis pontos (0,0050 até 5,00 µg/mL). Adicionalmente, para determinação do limite de detecção (LD) foram realizadas seis injeções de cada padrão, considerando o desvio menor que 20 % (RSD<20%). Já para a determinação do limite de quantificação (LQ), foi considerado o menor ponto da curva para cada padrão (0,0050 µg/mL).

Os principais resultados dos parâmetros de validação dos métodos de quantificação de compostos fenólicos em bagaço e engaço de uva por HPLC/DAD e UPLC-ESI-MS/MS são mostrados na Tabela 1.



Tabela 1. Parâmetros de validação dos métodos para identificação de compostos fenólicos em bagaço e engaço de uva, resíduos do processo de vinificação, desenvolvidos utilizando HPLC/DAD e UPLC-ESI-MS/MS.

Padrões Analíticos de compostos fenólicos		HPLC/DAD					UPLC-ESI-MS/MS					
Nº CAS	Princípio Ativo	TR (min)	R ²	Comprimento de onda (nm)	TR (min)	+/-	m/z	fragmentos m/z		R ²	LD (µg/mL)	LQ (µg/mL)
149-91-7	Ácido Gálico	12,283	0,99987	280	1,47	-	169	125	79	0,998924	0,0050	0,0050
67879-58-7	Ácido <i>trans</i> -caftárico	27,061	0,99618	320	2,70	-	311	135	178	0,998363	0,1000	0,1000
20315-25-7	Procianidina B1	27,805	0,99294	220		-						
154-23-4	(+)-Catequina	29,069	0,99559	220	3,10	+	291	139	123	0,992418	0,0025	0,0050
29106-49-8	Procianidina B2	34,695		220								
530-54-4	Ácido sirínico	34,728	0,99637	220	3,98	+	199	140	155	0,990250	0,0025	0,0250
490-46-0	(-)-Epicatequina	36,266	0,9957	220	3,85	+	291	139	123	0,992260	0,0025	0,0500
989-51-5	(-)- galato epigallocatequina	39,588	0,9965	280	3,60	+	459	139	169	0,991433	0,0250	0,0250
7400-08-0	Ácido <i>p</i> -cumárico	42,013	0,9958	320	4,54	-	163	119	93	0,990333	0,0025	0,1000
1257-08-5	(-)- galato epicatequina	45,230	0,99583	280	4,27	+	443	123	273	0,990045	0,0050	0,1000
41743-41-3	Procianidina A2	45,872	0,99421	220								
10083-24-6	<i>trans</i> -piceatannol	46,806	0,99008	320	4,72	+	245	135	121	0,980277	0,0100	0,0500
480-10-4	Kaempferol-3- O- glucosídeo	47,353	0,99592	360	6,44	+	449	287	85	0,984772	0,0025	0,0250
5041-82-7	Isorhamnetina-3-O- glucosídeo	47,606	0,99633	360								
529-44-2	Miricetina	48,558	0,99492	360	6,40	+	319	153	217	0,990514	0,0500	0,0500
62218-08-0	ε-Viniferina	54,560	0,9903	320	6,55	+	455	347	-	0,980080	0,2500	0,2500
482-35-9	Quercetina-3-β-D- glucosídeo	62,382	0,99612	220	5,57	-	463	301	-	0,991050	1,00	1,00

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O perfil dos compostos fenólicos identificados e quantificados nos extratos de engaço e bagaço, ambos resíduos do processo de vinificação, é apresentado na Tabela 2. Adicionalmente, os cromatogramas dessas duas amostras são apresentados nas Figuras 1 e 2. O bagaço apresentou maiores concentrações de todas as classes de compostos fenólicos quantificadas (ácidos fenólicos, estilbenos, flavanols e flavonols). Os compostos majoritários no bagaço foram a (-)-epicatequina >procianina A2> ácido *trans*-caftárico, com concentrações de 1645,75, 1578,00 e 477,32mg/L respectivamente. Enquanto no engaço se destacaram os compostos (-)-galato epigallocatequina>(-)-galato epicatequina>ε-viniferina, cujas concentrações encontradas foram de respectivamente 634,30, 293,65 e 276,94 mg/L.

Observa-se na Tabela 2 que apenas a Procianidina B2 não foi detectada nos resíduos de vinificação dentre os 17 padrões de compostos fenólicos empregados na análise cromatográfica. No bagaço foi possível identificar todos os outros 16 demais compostos fenólicos. Já no engaço também não foram detectados também a quercetina-3-β-D-glucosídeo e o ácido p-cumárico.

Quercetinas, como a quercetina-3-β-D-glucosídeo, composto da classe dos flavonols encontrado apenas no bagaço, tem efeito anticancerígeno, inibem a formação mitocondrial de espécies reativas de oxigênio e possui efeitos preventivos contra o envelhecimento. Entretanto, observa-se um valor mais elevado no engaço em relação à concentração de ε-viniferina, que foi cerca de duas vezes maior do que no bagaço. Segundo Dorosh et al. (2022), a polimerização oxidativa do resveratrol resulta na formação de oligômeros, como a ε-viniferina. Assim possivelmente o engaço possui maior concentração desse estilbeno não quantificado. A viniferina pode melhorar a função do endotélio vascular, inibir a agregação do peptídeo β-amiloide e o crescimento de células tumorais do cólon humano. Este estilbeno desempenha papel importante na prevenção do desenvolvimento de câncer, Alzheimer, doenças metabólicas, distúrbios cardíacos e possui propriedades antienvelhecimento e anti-inflamatórias, entre outras. Ao contrário da ε-viniferina, a concentração do estilbeno *trans*-piceatannol foi mais elevada no bagaço. Segundo Costa et al. (2020) são encontrados na literatura poucos trabalhos científicos que mostram a concentração de *trans*-piceatannol em uvas e seus subprodutos. Piotrowaka et al. (2012) relataram que o teor de *trans*-piceatannol em subprodutos da uva é quatro vezes menor do que a de outros compostos da classe dos estilbenos, o que também foi encontrado no presente estudo, mas apenas considerando o engaço. Ali et al. (2010) afirmam que a exposição da videira aos raios ultravioleta influencia fortemente na composição de estilbenos. Assim, a quantidade de estilbenos em subprodutos da elaboração de vinhos, depende de fatores ambientais no momento do cultivo da uva, como as condições climáticas e a exposição das videiras à luz solar.

Tabela 2. Teores de compostos fenólicos encontrados nos extratos de bagaço e engaço, resíduos da elaboração de vinhos procedentes de regiões vitivinícolas do Estado de São Paulo.

Compostos Fenólicos ^{1,2}	Bagaço	Engaço
	mg/L	
Flavanols		
Procianidina B1	24,42	5,39
(+)-catequina	619,85	106,54
(-)-epicatequina	1645,75	119,21
(-)-galato epigallocatequina	83,15	634,30
(-)-galato epicatequina	332,58	293,65
Procianidina B2	ND	ND
Procianidina A2	1578,00	113,54
<i>Total Flavanols</i>	4283,75	1272,62
Estilbenos		
<i>trans</i> -piceatannol	195,77	33,96
ε-viniferina	168,93	276,94
<i>Total Estilbenos</i>	364,70	310,89
Flavonols		
Kaempferol-3-O-glucosídeo	82,27	37,38
Isorhamnetina-3-O- glucosídeo	100,74	17,26
Miricetina	154,85	25,57
Quercetina-3-β-D-glucosídeo	89,17	ND
<i>Total Flavonols</i>	427,03	80,21
Ácidos fenólicos		
Ácido gálico	244,42	87,49
Ácido <i>trans</i> -caftárico	477,32	26,14
Ácido p-cumárico	219,96	ND
Ácido siríngico	348,86	22,26
<i>Total Ácidos Fenólicos</i>	1290,56	135,89
Total Fenólicos	6366,05	1799,62

¹ Valores médios de compostos fenólicos determinados por HPLC/DAD. ²ND = composto não detectado

Por conseguinte, a Tabela 2 mostra que a concentração do flavanol (-)-galato epigallocatequina também foi maior no engaço, porém o bagaço se destacou no teor de todos os demais compostos dessa classe quantificados, que foram a (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)-galato epicatequina, e as Procianinas B1 e A2 .

Neste contexto, levando em consideração as propriedades benéficas à saúde mencionadas anteriormente e associadas aos compostos fenólicos, ambos os extratos obtidos de resíduos da vinificação (bagaço e engaço), podem ter um amplo espectro de aplicações industriais, sendo particularmente interessante para as áreas farmacológica, cosmética, nutracêutica e de aditivos alimentares, e servindo como uma forma de melhorar a sustentabilidade da cadeia da uva e a economia circular (Dorosh et al., 2022).

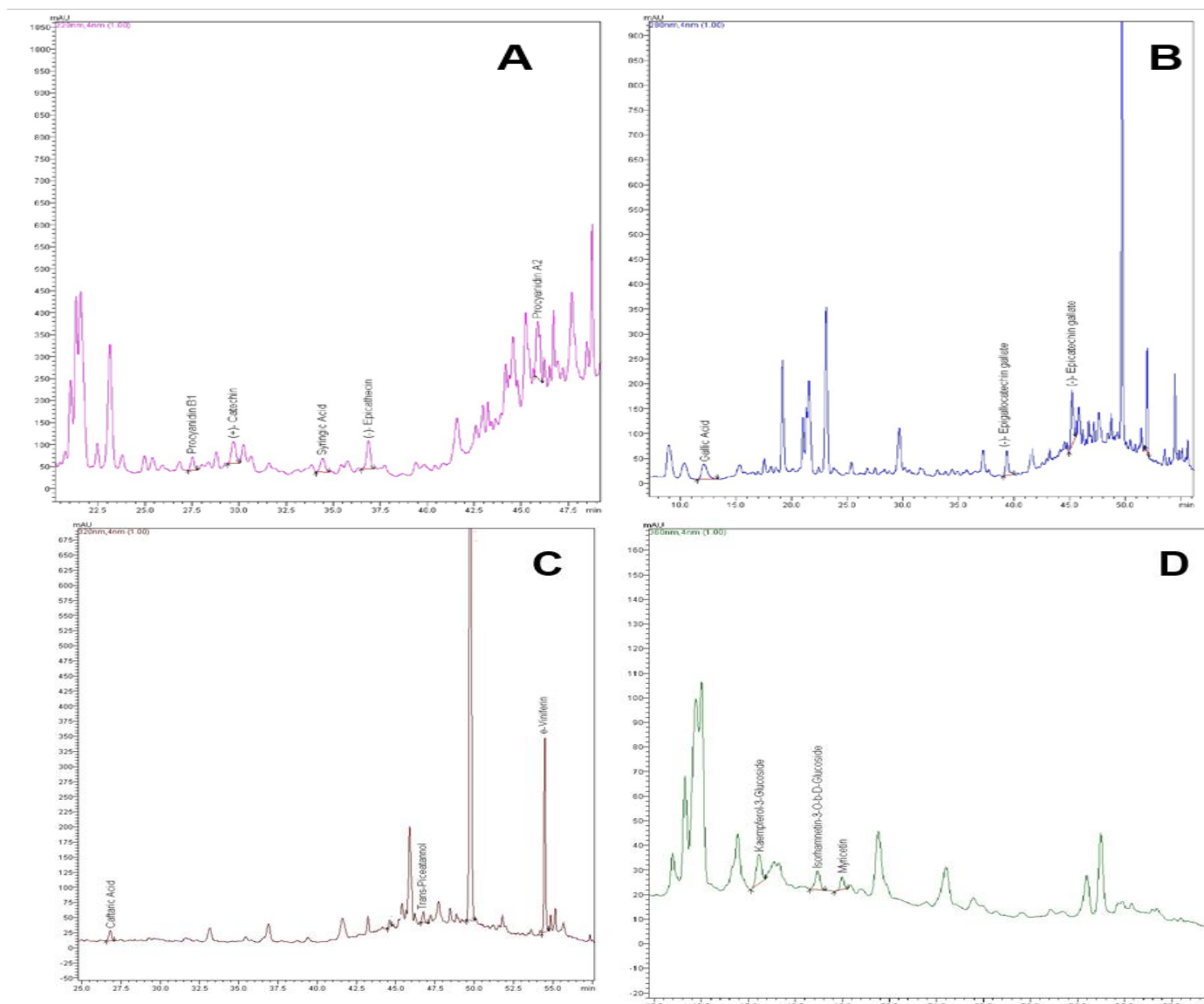


Figura 1. Cromatogramas do extrato de engaço analisado em HPLC/DAD de acordo com o comprimento de onda: (A) 220 nm, (B) 280nm, (C) 320 nm e (D) 360nm.

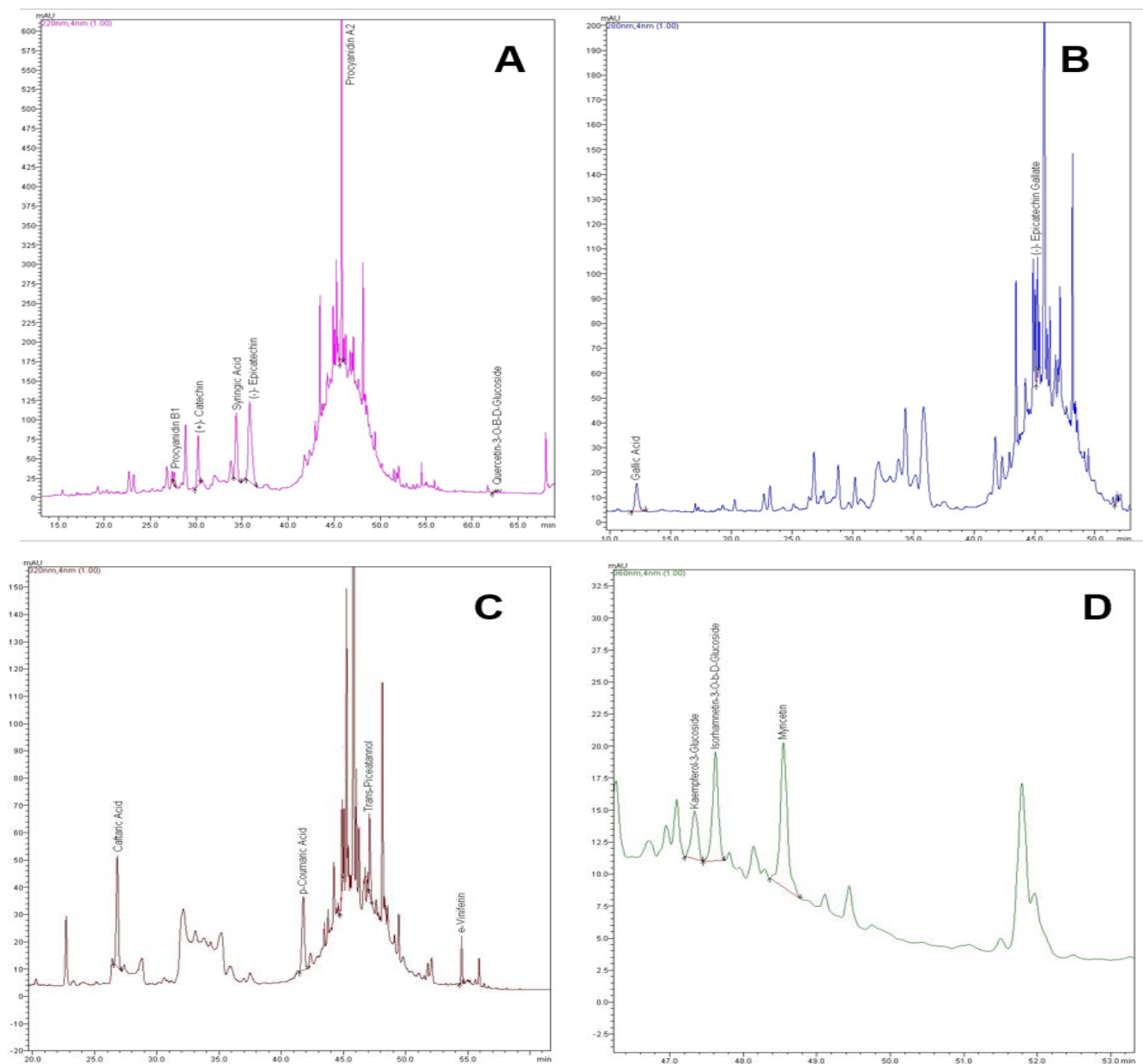


Figura 2. Cromatogramas do extrato de bagaço analisado em HPLC/DAD de acordo com o comprimento de onda: (A) 220 nm, (B) 280nm, (C) 320 nm e (D) 360nm.

4. CONCLUSÃO

Os extratos obtidos a partir de resíduos descartados durante a elaboração de vinhos, procedentes de regiões vitivinícolas do Estado de São Paulo, são fontes de importantes compostos bioativos. Destaca-se que o extrato do engaço possui alto teor de ϵ -vinifera e (-)-galato epigallocatequina, enquanto o do bagaço tem altas concentrações de (-)-epicatequina e procianidina A2. Desta forma, tanto o bagaço como o engaço devem ser melhor explorados como subprodutos pelo setor vitivinícola, uma vez que possuem grande potencial para aplicação nas indústrias de diversos setores, gerando maior sustentabilidade para a cadeia da uva e economia circular.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa de Iniciação Científica durante o período de desenvolvimento da pesquisa. Ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial do Estado de São Paulo (SENAI), e as Empresas Medicatriz e Conatus Ambiental pela parceria na pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- ALI, K. et al. Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products. **Phytochemistry Reviews**, v. 9, n. 3, p. 357-378, 8 nov. 2010.
- CAMARGO, U. A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. esp., p. 144-149, out. 2011.
- COSTA, R. R et al. Trellis systems, rootstocks and season influence on the phenolic composition of 'Chenin Blanc' grape. **Scientia Agricola**, v. 77, n. 3, p. 1-11, out. 2020.
- DOROSH, O. et al. Increasing the added value of vine-canes as a sustainable source of phenolic compounds: a review. **Science of The Total Environment**, v. 830, p. 154600, jul. 2022.
- HOUILLÉ, B. et al. Biosynthetic origin of e-resveratrol accumulation in grape canes during postharvest storage. **Journal Of Agricultural and Food Chemistry**, v. 5, n. 63, p. 1631-1638, 2015.
- MELLO, L. M. R. de.; SILVA, G. A. da. **Disponibilidade e características de resíduos provenientes das agroindústrias de processamento de uva do Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2014, 6p.
- MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2020**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2021, 18p.
- NATIVIDADE, M. M. P. et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: method validation and characterization of São Francisco valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665-674, set. 2013.
- OLIVEIRA, W. P. et al. Determinação de compostos fenólicos, antocianinas e avaliação da atividade antioxidante em uvas "Syrah" no vinho e no resíduo da vinificação. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 5., 2015, Natal. **Anais...** Natal: [S.n], 2015. p. 1-7.
- PANDEY, R. P et al. Enzymatic Biosynthesis of Novel Resveratrol Glucoside and Glycoside Derivatives. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 80, n. 23, p. 7235-7243, dez. 2014.
- PIOTROWSKA, H. *et al.* Biological activity of piceatannol: leaving the shadow of resveratrol. **Mutation Research/Reviews in Mutation Research**, v. 750, n. 1, p. 60-82, jan. 2012.