

Carlos Alberto Martins Cordeiro
Norma Suely Evangelista-Barreto
Alex Guimarães Sanches
(Orgs.)

ENGENHARIA DE ALIMENTOS

TÓPICOS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS



científica digital



EDITORA CIENTÍFICA DIGITAL LTDA

Guarujá - São Paulo - Brasil

www.editoracientifica.com.br - contato@editoracientifica.com.br

Diagramação e Arte Edição © 2024 Editora Científica Digital
Equipe Editorial Texto © 2024 Os Autores
Imagens da Capa 1ª Edição - 2024
Adobe Stock - 2024 Acesso Livre - Open Access

© COPYRIGHT DIREITOS RESERVADOS. A editora detém os direitos autorais pela edição e projeto gráfico. Os autores detêm os direitos autorais dos seus respectivos textos. Esta obra foi licenciada com uma Licença de Atribuição Creative Commons – Atribuição 4.0 Internacional, permitindo o download e compartilhamento integral ou em partes, desde que seja citada a fonte, com os créditos atribuídos aos autores e obrigatoriamente no formato Acesso Livre (Open Access) e sem a possibilidade de alteração de nenhuma forma. É proibida a catalogação em plataformas com acesso restrito e/ou com fins comerciais.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E57

Engenharia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos / Organização de Carlos Alberto Martins Cordeiro, Norma Suely Evangelista-Barreto, Alex Guimarães Sanches. – Guarujá-SP: Científica Digital, 2024.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui Bibliografia

ISBN 978-65-5360-586-2

DOI 10.37885/978-65-5360-586-2

1. Engenharia de alimentos. I. Cordeiro, Carlos Alberto Martins (Organizador). II. Evangelista-Barreto, Norma Suely (Organizadora). III. Sanches, Alex Guimarães (Organizadora). IV. Título.

CDD 664.0284

Elaborado por Janaína Ramos – CRB-8/9166

Índice para catálogo sistemático:

I. Engenharia de alimentos

E-BOOK

ACESSO LIVRE ON LINE - IMPRESSÃO PROIBIDA

2024

BAGAÇO DE UVA COM POTENCIAL NUTRACÊUTICO E ADITIVO EM PRODUTOS ALIMENTARES

Ana Cristina Mendes Ferreira da Vinha
Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade
Fernando Pessoa, Porto, Portugal

RESUMO

Os subprodutos da indústria vitivinícola nacional, embora subvalorizados, constituem uma fonte de nutrientes e de compostos bioativos, potenciando-os como aditivos naturais. Reduzir a perda e o desperdício de alimentos é um dos grandes desafios para a reciclagem de recursos naturais e para o avanço de sistemas alimentares sustentáveis. Assim, algumas das dinâmicas científicas na gestão de resíduos alimentares incluem a valorização de subprodutos como fonte de compostos fenólicos para formulação de alimentos funcionais. Touriga Nacional é uma casta de uva tinta originária de Portugal. É a rainha das uvas portuguesas e que pelas suas qualidades para a vinificação, começa a ocupar cada vez mais espaço nas produções europeias, australianas e californiana. Alvarinho é uma casta branca, sendo a mais nobre das castas brancas do noroeste ibérico, capaz de produzir um vinho de elevadíssima qualidade. Ambos os bagaços, enquanto subprodutos, apresentaram teores elevados de nutrientes (cinzas, proteína total, lípidos e carboidratos). Por outro lado, também possuem teores consideráveis de fenólicos e flavonoides totais (25-41 mg EAG/g e 9,2-18 mg EC/g, respetivamente). Como era expectável, o teor de antocianinas foi evidenciado apenas no bagaço de uva tinta (37 mg/g), bem como a presença dos ácidos vanílico e sirínico. A quercetina, enquanto flavonoide, foi encontrada apenas na casta branca, reforçando o interesse pelos subprodutos das uvas brancas, uma vez que este flavonoide apresenta propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antiproliferativas, propriedades antineoplásicas, antidiabéticas e antimicrobianas, podendo ter interesse como aditivo alimentar e/ou ingrediente nutracêutico na indústria alimentar.

Palavras-chave: Touriga Nacional, Alvarinho, Subprodutos, Nutracêuticos, Aditivos Naturais, Indústria Alimentar.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm-se verificado que, a velocidade com que se usam os recursos naturais estão a ser gastos de uma forma absolutamente insustentáveis, seja pela diminuição dos recursos, seja pelos impactos negativos no ambiente causados pela elevada produção industrial. Para o meio ambiente, por exemplo, estes contribuem para as emissões de gases de efeito estufa, uma vez que muitos destes biomateriais são depositados em aterros municipais, onde potenciam sérios problemas ambientais devido à decomposição microbiana e produção de lixiviados que contaminam e desmineralizam os solos. Os subprodutos agroindustriais de frutas como bagaço, cascas, caules, farelo e sementes representam mais de 50% da fruta fresca e, por vezes, apresentam um conteúdo nutricional ou funcional significativamente superior ao produto final. Assim, o incremento de uma economia circular mundial torna-se crítico, onde a escassez dos recursos naturais e de alimentos, o aumento do processamento industrial e, conseqüentemente, a carga poluente gerada torna-se por mais evidente, sendo necessário encontrar formas de reduzir as necessidades de fluxos de materiais e energia, bem como de garantir a sua circulação na economia pelo máximo de tempo possível. Desta forma, a Agenda 2030, constituída por 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, visa implementar diversas dimensões do desenvolvimento sustentável, tanto a nível social, como económico, como ambiental.

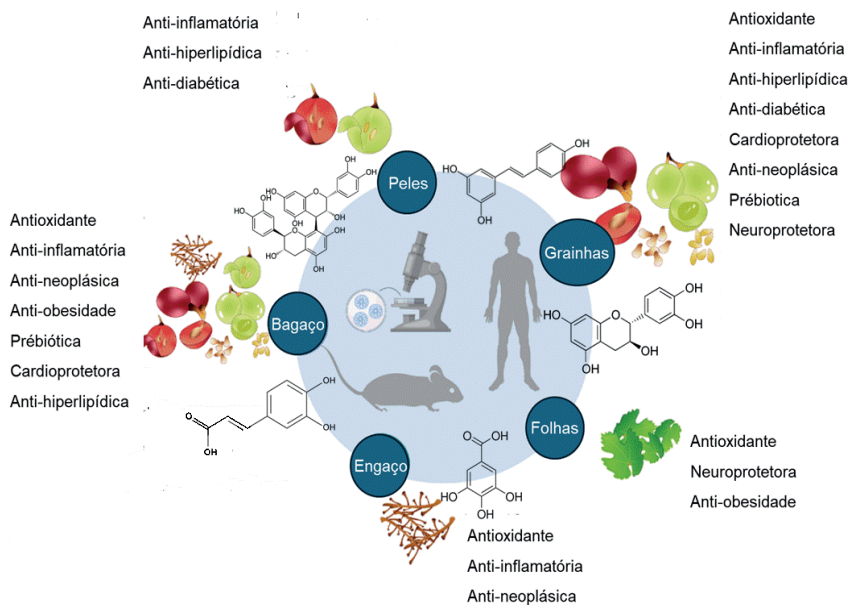
A economia circular tornou-se, portanto, um elemento-chave para a dissociação entre o crescimento económico e o consumo de recursos, assumindo-se como uma economia de desempenho. A gestão e o reaproveitamento sustentável dos recursos ganham centralidade num modelo económico onde os verbos dominantes passam a ser: "Refletir", "Reduzir", "Reutilizar", "Reparar" e "Reciclar".

Viticultura e Sub-produtos

A uva é uma das culturas mais produzidas a nível mundial. De acordo com a Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIVV, 2021), em 2020 a área mundial plantada com vinhas, correspondendo à superfície total plantada com vinhas para diferentes fins (vinhos e sumos, uvas de mesa e passas) abrange os

7,3 mha. Além disso, em 2020, a produção mundial de vinho, excluindo sumos e mostos, foi estimada em 260 mhl, tendo sido observado um ligeiro aumento de quase 3 mhl (+1%), face ao ano 2019. Além da expansão da indústria do vinho, também muitos estudos científicos têm demonstrado que o consumo da uva, do vinho (maioritariamente tinto), bem como o reaproveitamento dos subprodutos da viticultura contribuem para a promoção da saúde humana devido ao elevado teor de compostos bioativos e, conseqüentemente, às funções biológicas a que estão associados (Figura 1) (Vinha *et al.*, 2023a; Safraïd *et al.*, 2022; Balbinoti *et al.*, 2020).

Figura 1 - Representação dos subprodutos da viticultura e atividades biológicas descritas.



Com o aumento da produção de uva ao longo dos anos, aumenta a viticultura, a qual promove a geração de enormes quantidades de subprodutos agroindustriais. Na verdade, aproximadamente 75% das uvas produzidas mundialmente para a produção de vinho, cerca de 20% a 30% representam resíduos agroindustriais (Balbinoti *et al.*, 2020; García-Lomillo; González-Sanjosé, 2017). Entre os resíduos industriais, o bagaço é o predominante, o qual contém peles da baga, resíduos de polpa, sementes e engaço. Sem dúvida, que a eliminação

destes resíduos gera preocupações ambientais devido à sua capacidade de poluir os solos e de reduzir a disponibilidade de outros ingredientes (Pereira *et al.*, 2020).

Atualmente são muitos os componentes de elevado valor agregado que têm sido recuperados do bagaço de uva, incluindo-se compostos antioxidantes, hidratos de carbono, açúcares, pectinas, proteínas e polifenóis (Rodrigues *et al.*, 2023; Castellanos Gallo *et al.*, 2022; Canalejo *et al.*, 2021; Rezaei *et al.*, 2021) e por isso, o bagaço tornou-se uma fonte atrativa e natural de compostos fenólicos, reconhecidos pela sua elevada atividade antioxidante e nutracêutica. No entanto, a composição fenólica da *Vitis vinifera* L. é muito dependente da espécie (variedade). Como resultado, os subprodutos originados de cada espécie de uva podem conter substâncias químicas qualitativa e quantitativamente distintas. Os subprodutos de valor agregado são hoje amplamente utilizados na indústria alimentícia como ingredientes funcionais e/ou aditivos naturais (Vinha *et al.*, 2020; Vinha *et al.*, 2016), principalmente em farinhas de origem animal, as quais no decurso do processamento industrial, perdem alguns dos seus atributos organoléticos mais importantes, como por exemplo, a cor. As cores transmitem estímulos, vibrações e informações importantes acerca do alimento. Cada cor ou pigmento de um alimento é dado pela presença de fitonutrientes (clorofilas, betalainas, carotenoides e antocianinas) que desempenham funções importantes no nosso organismo, tal como proteção, defesa, regeneração e eliminação de toxinas.

O bagaço de uva é geralmente processado para produzir álcool e ácido tartárico. Igualmente, pelo seu teor nutricional, maioritariamente proteico e glicídico, o bagaço é comumente utilizado para a alimentação animal, contudo, a maioria dos animais ruminantes não consegue digeri-lo e usá-lo como fonte de energia. Igualmente, o uso do bagaço como material de compostagem não é economicamente viável devido há escassez de alguns nutrientes essenciais. No entanto, através do perfil químico do mesmo podem-se considerar outras aplicações. Por exemplo, os antioxidantes presentes nas cascas de frutas são usados para restabelecer o equilíbrio da concentração de radicais livres, retardando a oxidação lipídica, bem como o desenvolvimento de sabores desagradáveis, através da sua incorporação em alimentos processados (Vinha *et al.*, 2023b). No entanto, a incorporação dos subprodutos agroindustriais é importante para garantir as características organoléticas, incluindo a estabilidade da cor do

alimento, principalmente quando submetidos a processamento industrial com aplicação de operações unitárias que envolvam temperaturas elevadas. Sabe-se que a aplicação de antioxidantes sintéticos para mitigar o dano oxidativo pode-se considerar inseguro para os consumidores. O butil-hidroxi-anisol (BHA), o butil-hidroxi-tolueno (BHT), o terc-butil-hidroquinona (TBHQ) e o propil galhato (PG) são os antioxidantes sintéticos mais usados pela indústria. No entanto, a indústria alimentar procura substituir estes compostos de síntese química por outros de origem natural. Alguns estudos destacam a incorporação de compostos bioativos em alimentos e bebidas como ingredientes funcionais e antioxidantes (Costa *et al.*, 2022; Machado *et al.*, 2021; Cence *et al.*, 2020; Romeo *et al.*, 2020).

Compostos químicos no bagaço de uva

Os constituintes mais importantes do bagaço de uva são as fibras, os polifenóis, os corantes naturais (antocianinas), estilbenos e os minerais. Os compostos fenólicos e as antocianinas (flavonoides) são os principais agentes antioxidantes presentes neste subproduto. A fração lipossolúvel do bagaço é caracterizada por apresentar um elevado teor de ácidos gordos insaturados, maioritariamente ácido linoleico e ácido oleico (monoinsaturado) (Kolláthová *et al.*, 2020). Os ácidos essenciais da série ω -6 (especialmente ácido linoleico e ácido araquidônico) e da série ω -3 (principalmente o ácido linolénico, ácido eicosapentaenóico e ácido docohexaenóico) são essenciais para desenvolvimento e crescimento, desempenhando um papel fundamental na prevenção e tratamento de doenças coronárias, hipertensão, diabetes, artrite, neoplasias e outras condições inflamatórias e autoimunes (Nassar *et al.*, 2023). Durante o processamento da uva, os polifenóis presentes permanecem principalmente no bagaço devido à incapacidade técnica da extração completa. Os principais polifenóis neste subproduto são as antocianinas (apenas em bagaço de uva vermelha), catequinas, flavonóis e ácidos fenólicos. Juntamente com as fibras dietéticas, os compostos fenólicos são os compostos mais valiosos presentes no bagaço, cujas propriedades biológicas são bem reconhecidas, como a manutenção da saúde intestinal e a prevenção de doenças crónicas e doenças degenerativas (Figura 1). Muitos estudos mostraram o elevado potencial antioxidante dos polifenóis e seu uso na conservação de alimentos devido à inibição da oxidação

lipídica e efeito antibacteriano (Messina *et al.*, 2019; Peixoto *et al.*, 2018). Outro dos polifenóis abundantes no bagaço da uva é o *trans*-resveratrol (forma ativa do resveratrol), o qual se concentra nas cascas das uvas vermelhas, exercendo ação-hipertensiva, antineoplásica e na redução da morbidade causada pela doença coronária (Bohara *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2021).

Mediante o exposto, o objetivo principal deste trabalho visou caracterizar as propriedades nutricionais e antioxidantes de dois bagaços de uvas de castas portuguesas (Touriga Nacional e Alvarinho). Como objetivo secundário deste trabalho, através da avaliação do perfil químico antioxidante promover o uso dos bagaços de uva como aditivos naturais, quer para melhorar o enriquecimento nutricional dos alimentos como ingrediente funcional, como aditivo natural no sentido de promover a qualidade e/ou validade dos alimentos, incluindo os produtos cárneos. Sabe-se que os antioxidantes sintéticos têm sido utilizados como aditivos alimentares, contudo, a sua inclusão pode ser prejudicial à saúde. O bagaço exibe potencial biotecnológico, tendo sido já descrito em diversos estudos como ingrediente fortificante em diferentes alimentos, sendo o mais popular o pão enriquecido com bagaço de uva. Existem também tecnologias conhecidas para outros produtos com bagaço em pó, como barras de cereais, panquecas, waffles, biscoitos, muffins, massas, entre outros) (Grevtseva *et al.*, 2023). Os produtos cárneos, ricos em proteínas e gorduras saturadas, podem sofrer diversas alterações negativas ao longo da sua preparação, conservação e consumo, nomeadamente processos de oxidação lipídica e proteica, resultando na perda do aporte nutricional das carnes, bem como na qualidade organoléptica e reológicas das mesmas. Até à data, este trabalho mostra-se inovador, uma vez que nenhum trabalho foi publicado com castas portuguesas autóctones.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostragem

As duas amostras estudadas, ou seja, os bagaços da indústria vinícola de Touriga Nacional (tinto) e de Alvarinho (branco), foram recolhidas em outubro de 2021, nos lagares da Sociedade Agrícola Trigo de Negreiros Lda, Bragança,

Portugal. Após recolha de uma toma significativa (~10 kg), as amostras foram imediatamente congeladas (-20°C) para posterior liofilização (Telstar, Cryodos, Espanha). Após desidratação, procedeu-se à moagem em moinho (GM Grindomix 200, Retsh, Alemanha) por 30 segundos a uma velocidade de 5000 rpm para a obtenção de um pó fino. As amostras foram homogeneizadas e armazenadas em frascos hermeticamente selados, ao abrigo da luz.

Análise nutricional

Para a medição da humidade recorreu-se a uma balança de infravermelhos (Scaltec modelo SMO01, Scaltec Instruments, Heiligenstadt, Alemanha). Todas as outras análises centesimais foram realizadas de acordo com os métodos oficiais de análise da *AOAC international* (2019). Resumidamente, as cinzas foram quantificadas por incineração a 500 °C (AOAC 942.05). Os teores de lípidos e proteínas totais foram determinados pelos métodos Soxhlet (AOAC 948.22) e Kjeldahl (AOAC 991.20), respetivamente. O teor total de carboidratos foi obtido por diferença.

Preparação dos extratos

As amostras (~1 g) foram extraídas com 50 mL de etanol, durante 1 h, a 45°C, em placa de aquecimento (Mirak, Thermolyse, EUA) sob agitação constante (600 rpm) (Costa *et al.*, 2014). Os extratos etanólicos foram filtrados por gravidade recorrendo a papel de filtro Whatman No. 1 e concentrados sob vácuo (Vaccum Controller V-800, Büchi, Suíça) a 40°C. Os extratos secos foram armazenados a -20 ° C para análises futuras.

Fenólicos totais

A determinação do teor de fenólicos totais seguiu a metodologia espectrofotométrica descrita por Vinha *et al.* (2022), recorrendo ao reagente de Folin-Ciocalteu. A 30 mL de cada extrato etanólico, adicionaram-se 150 mL de reagente de Folin-Ciocalteu, previamente diluído (1:10, v/v) e 120 mL de Na₂CO₃ (7,5%). A solução foi incubada a 45°C diretamente no leitor de microplacas

Synergy HT (BioTek Instruments, Synergy HT GENS5, EUA), ao abrigo da luz durante 15 minutos. Após 30 minutos em repouso à temperatura ambiente, procedeu-se à leitura das absorvências a 765 nm. O ácido gálgico foi usado como padrão. A correlação entre a absorvência das amostras e a concentração do padrão foi obtida através da curva de calibração (gama de linearidade: 5-100 ppm; $R^2 = 0,9981$). Os resultados obtidos foram expressos em miligramas de equivalentes em ácido gálgico por grama de extrato seco (mg EAG/g de extrato seco).

Flavonoides totais

O teor de flavonoides total foi determinado recorrendo a um ensaio colorimétrico baseado na formação de complexos flavonoide-alumínio, a um comprimento de onda de 510 nm (Vinha *et al.*, 2022). A 30 μ L de cada extrato adicionaram-se 75 μ L de água destilada e 45 μ L de NaNO_2 a 1%. Após 5 minutos de reação, adicionaram-se 45 μ L de uma solução de AlCl_3 a 5%. Por fim, foram adicionados 60 μ L de NaOH (1 M) e 45 μ L de água destilada. As leituras das absorvências realizaram-se num leitor de microplacas, usando a catequina como padrão. A curva de calibração foi obtida através de diferentes concentrações de catequina, tendo-se obtido uma gama de linearidade: 5-300 ppm; $R^2 = 0,9995$. Os resultados foram expressos em miligramas de equivalentes de catequina por grama de extrato seco (mg EC/g de extrato seco).

Antocianinas totais

A quantificação do teor de antocianinas totais baseou-se num ensaio de espectrometria, baseado na preparação de duas soluções com diferentes valores de acidez, seguindo metodologia previamente descrita por Vinha *et al.* (2022). Resumidamente, duas soluções do mesmo extrato de bagaço de uva foram preparadas: i) 1 mL de amostra + 1 mL de etanol com 0,1% de HCl concentrado + 10 mL de solução tampão em pH = 3,5; ii) 1 mL de amostra + 1 mL de etanol com HCl concentrado a 0,1% + 10 mL de HCl a 2% (pH = 0,6). As absorvências foram medidas a 520 nm e o teor total de antocianinas foi calculado pela fórmula: Compostos de antocianinas totais (mg/L) = $400 \times (\text{Absii} - \text{Absi})$.

Perfil fenólico por RP-HPLC-DAD

O perfil fenólico presente nos extratos etanólicos das amostras (bagaço de Touriga Nacional e Bagaço de Alvarinho) foram identificados recorrendo a método analítico de cromatografia líquida de alta resolução em fase reversa (RP-HPLC), acoplado com detetor de díodos (HPLC-DAD). A cada extrato seco foram adicionados 20 µL de acetonitrilo (ACN) e 180 µL de 0,2% (v/v) solução de ácido acético e, posteriormente, 20 µL da solução foram injetados no equipamento RP-HPLC (Jasco, Großumstad, Alemanha; detetor MD-2010, Plus, Jasco Instruments, Großumstad, Alemanha; coluna Gemini® 5 µm C18 110 Å, LC Coluna 150 x 4,6 mm, Ea, Phenomenex; pré-coluna SecurityGuard Ea, Phenomenex). O gradiente de solvente utilizado foi o seguinte: 0 min ACN/0,2% ácido acético v/v pH 3,0 (9:91 v/v); 3 min ACN/ácido acético a 0,2% (9:91 v/v); 8 min ACN/0,2% ácido acético (14:86 v/v); 10 min ACN/ácido acético a 0,2% (16:84 v/v); 13 min ACN/0,2% de ácido acético (20:80v/v); 17 min ACN/ácido acético a 0,2% (37:63 v/v); 24 min ACN/ácido acético a 0,2% (37:63 v/v); 27 minutos ACN/ácido acético a 0,2% (100:0 v/v); 29 min ACN/ácido acético a 0,2% (100:0 v/v); 33 min ACN/ 0,2% ácido acético (9:91 v/v); 37 min ACN/0,2% de ácido acético (9:91 v/v). Os cromatogramas foram analisados em cinco comprimentos de onda diferentes, através do registo dos tempos de retenção (tr) (Tabela 2): 270 nm para determinar o ácido gálgico (GA) (tr=5 min.), ácido protocatecuico (tr=8,2 min), epigalhocatequina (EGC) (tr=11 min), catequina (tr=13,5 min), ácido vanílico (tr=15 min), ácido siríngico (tr=16,3 min), epicatequina (EC) (tr=17 min), galhato de epigalhocatequina (tr=18,8 min), vanilina (tr=20 min), galhato de epicatequina (tr=22,8 min) e ácido trans-cinâmico (tr=30 min); 285 nm para determinar cis-resveratrol (tr=24,5 min) e naringenina; (tr=32 min); 305 nm para ácido p-cumárico (tr=21,5 min) e trans-resveratrol (tr=26,8 min); 323 nm para ácidos clorogénico (tr=15 min), cafeico (tr=15,8 min), sinápico (tr=23 min), ferúlico (tr=23,5 min); 365 nm para quantificar rutina (tr=22,5 min), miricetina (tr=25,6 min), quercetina (tr=28,5 min) e kaempferol (tr=33,8 min). Os compostos foram identificados e quantificados por comparação com padrões internos conhecidos. Para a identificação de cada composto, tomou-se em consideração os espectros conhecidos e os tempos de retenção. Após a identificação e utilização da área do pico em relação à área e concentração dos

padrões foi possível quantificar a presença dos mesmos nas amostras estudadas através de uma série de cálculos envolvendo o peso molecular da amostra, a diluição utilizada, a quantidade de bagaço de uva utilizada e o volume inicial de extração. Os dados foram expressos em mg de composto/g de bagaço seco.

Análise estatística

Todas as determinações foram realizadas em triplicado, sendo os resultados apresentados em valores médios \pm desvio padrão. A análise estatística foi realizada recorrendo ao software IBM SPSS Statistics Versão 24.0 (SPSS, Inc. Chicago, IL). A análise de variância simples (One-way ANOVA) foi usada para avaliar as diferenças entre os dois bagaços para todos os ensaios. Em todos os casos, foi considerada diferença significativa para $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A carne suína e os seus derivados são amplamente consumidos em todo o mundo não só pelo seu baixo custo, como também, como uma das fontes proteicas mais importantes. Além de possuir um sabor característico e muito agradável aos mais diversos tipos de paladar, esta carne é bastante nutritiva e possui bastantes benefícios. Dessa forma, manter o consumo de carne suína na dieta é uma mais-valia. Contudo, a gordura edível destes animais contém um elevado teor de ácidos gordos saturados, baixo teor de ácidos gordos polinsaturados e quantidades variáveis de ácidos gordos derivados do metabolismo animal, como ácidos gordos *trans* e ácidos gordos conjugados. A elevada ingestão de gordura saturação contribui para o aumento de doenças cardiovasculares e do síndrome metabólico. Assim, como forma de garantir uma diminuição dos danos colaterais e negativos da ingestão excessiva de carne, muitos estudos têm sido realizados no sentido de desenvolverem produtos cárneos com potenciais benefícios à saúde, através da adição/incorporação de ingredientes funcionais. No entanto, a taxa de absorção destes compostos, bem como a sua biodisponibilidade no organismo animal depende de vários fatores, incluindo-se a estrutura química de cada composto, peso molecular e forma de administração dos mesmos, entre outras (Giromini & Givens, 2022).

Neste estudo propôs-se enfatizar, a utilização do bagaço de uva como ingrediente funcional na incorporação de carne suína, garantindo ao mesmo tempo o aproveitamento dos resíduos de uma forma eficaz e rentável. Em suma, a valorização de subprodutos agroalimentares apresenta-se atualmente, não só como uma necessidade, mas como uma oportunidade para obtenção de novos produtos de valor acrescentado e com grande impacto no desenvolvimento económica. Tendo em consideração a diversidade de compostos nutrientes fitoquímicos de interesse na matéria vegetal, a recuperação destes compostos a partir de subprodutos agroindustriais pode ter aplicação na própria indústria alimentar como na indústria farmacêutica e/ou cosmética.

Desta forma, primeiramente, foi realizada a análise nutricional dos bagaços (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise centesimal dos dois bagaços de uva com base em peso seco (g/100 g). Touriga Nacional (bagaço tinto) e Alvarinho (bagaço branco).

	Bagaço tinto	Bagaço branco
Cinzas	4,82 ± 0,05	4,76 ± 0,03
Proteínas	10,51 ± 0,02a	8,63 ± 0,04b
Lípidos	10,20 ± 0,01	10,70 ± 0,02
Carboidratos	71,18 ± 0,04a	69,20 ± 0,05b

Média ± Desvio Padrão (n=3). Letras diferentes (a, b) na mesma linha indicam diferenças significativas entre os extratos de bagaço ($p < 0,05$).

De acordo com Antonić *et al.* (2020), os constituintes mais importantes do bagaço de uva são os carboidratos (fibras), o que está de acordo com os resultados obtidos no nosso trabalho. Além disso, a parte oleosa do bagaço de uva, principalmente devido às sementes, é rica em ácidos gordos insaturados, corantes e minerais. No que toca aos resultados apresentados na Tabela 1, algumas diferenças foram observadas nas amostras estudadas. O teor de cinzas foi idêntico para ambos os bagaços, variando entre 4,76 e 4,82% ($p > 0,05$). As cinzas representam a matéria inorgânica, ou seja, o conteúdo mineral total presente num alimento. Assim, este valor pode variar dependendo das condições edáficas e climáticas, bem como das práticas vitivinícolas e dos processos de vinificação, entre outros. O teor de matéria inorgânica obtido foi inferior aos reportados por Strapasson (2016), reportando valores de ~7% para

as castas Syrah e Bordeaux e de ~8% para a casta Tannat. No entanto, os nossos resultados vão de encontro aos descritos para as variedades de bagaço Arinto, Aragonês e Talia (Nicolai *et al.*, 2018). O bagaço de Touriga Nacional (uva tinta) apresentou teores superiores de proteínas e carboidratos totais (10,51 % e 71,18 %, respetivamente) exibindo um perfil lipídico idêntico ao do bagaço Alvarinho (uva branca). Os elevados teores de proteína encontrados em ambas as amostras potenciam a utilização destes subprodutos no enriquecimento de produtos alimentares. Por exemplo, a fortificação de produtos pesqueiros foi estudada por Cilli *et al.* (2019) os quais adicionaram uma mistura de 1% e 2% de bagaço de uva a hambúrguer de salmão. No que toca ao teor de hidratos de carbono totais, foram observadas diferenças significativas entre as amostras ($p < 0,05$), concordantes com os resultados relatados por outros autores (Spinei & Oroian, 2021; Beres *et al.*, 2017). De acordo com Antonić *et al.* (2020) e, em concordância com os resultados obtidos, as fibras alimentares (carboidratos) são os principais compostos descritos em bagaços de uva vermelha, verificando-se valores inferiores para bagaços de uva branca. Apesar das diferenças encontradas entre os bagaços (tinto e branco), ambos se mostram promissores como ingredientes funcionais para incorporação em alimentos, incluindo-se carnes suínas.

A Tabela 2 apresenta o teor de compostos bioativos encontrados nos dois bagaços estudados. Na verdade, estes compostos não-nutrientes são importantes para a promoção da saúde humana, bem como na estabilidade química dos alimentos, garantindo o aumento de vida útil dos mesmos.

Tabela 2 - Teor de compostos bioativos presentes nos extratos de bagaço das castas Touriga Nacional (tinto) e Alvarinho (branco). Os teores de fenólicos totais, flavonoides totais e antocianinas totais estão expressos em mg/g.

Bagaços	Fenólicos	Flavonoides	Antocianinas
Touriga Nacional	41,0 ± 0,9a	18,0 ± 0,3a	37,0 ± 0,7a
Alvarinho	25,0 ± 3b	9,2 ± 0,8b	2,6 ± 2b

Média ± Desvio Padrão (n=3). Letras diferentes (a, b) na mesma coluna indicam diferenças significativas entre os extratos de bagaço ($p < 0,05$).

Pelos resultados obtidos, verifica-se maior teor de polifenóis no bagaço de uva tinta, verificando-se uma diferença relevante no teor de antocianinas totais, as quais apresentam pouca expressão na cor das castas de vinho branco. O teor de flavonoides encontrados estão de acordo com os descritos por outros autores,

embora inferiores aos 39,4 mg EC/g de bagaço seco descritos na casta Negroamaro (cultivar tinta) e extraídos com etanol (80%) (Negro *et al.*, 2003). De acordo com Kannampilly & Devadas (2019) o teor de polifenóis presente no bagaço de uva pode variar entre 0,68–0,75 mg GAE/100g (peso seco), enquanto o teor de antocianinas abrange concentrações entre 84,4 e 131 mg/100g (peso seco). Muitos fatores podem influenciar o teor de compostos bioativos presentes no bagaço de uva, incluindo-se a casta da uva, grau de maturação, condições edáficas e climatéricas, natureza do solo, entre outras. Por isso, a reutilização do bagaço de uva depende da sua composição e características. Por outro lado, sendo o bagaço um produto altamente perecível (elevado teor de humidade), o método apropriado de preservação deve ser sempre otimizado. Além disso, o processamento do bagaço de uva é desafiador devido à sua elevada bioatividade (fermentação), suscetibilidade à degradação enzimática (pectinases) e sensibilidade à degradação (oxidações).

De ponto de vista funcional, o bagaço pode ser reaproveitado através da extração de óleo, como agente antioxidante e antibacteriano (Zhao *et al.*, 2020) uma vez que contém elevados teores de substâncias bioativas (ácidos fenólicos, flavonoides, flavanois (catequina, epicatequina e epigallocatequina) e outros polifenóis (proantocianidinas ou taninos condensados). A Tabela 3 reporta o perfil fenólico encontrados nos dois bagaços estudados.

Tabela 3 - Quantificação dos compostos fenólicos extraídos dos dois bagaços de uva estudados (mg/g extrato seco), recorrendo à técnica cromatográfica RP-HPLC.

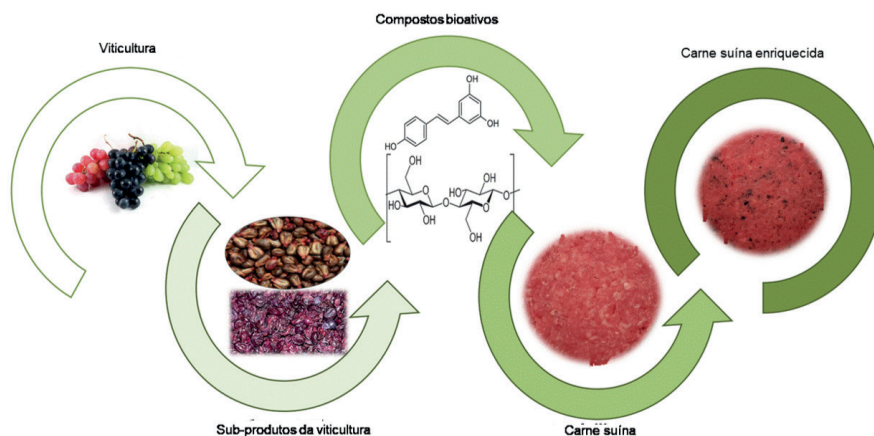
Composto	Bagaço Touriga Nacional	Bagaço Alvarinho
Ácido gálico	0,15 ± 0,05a	0,25 ± 0,02b
Ácido protocatecuico	0,01 ± 0,01a	0,02 ± 0,01a
Epigallocatequina	0,50 ± 0,07a	0,89 ± 0,09b
Catequina	0,75 ± 0,04a	0,64 ± 0,06b
Ácido vanílico	0,18 ± 0,01	nq
Ácido siríntrico	0,09 ± 0,02	nq
Epicatequina	0,30 ± 0,01a	0,25 ± 0,10b
cis- resveratrol	0,08 ± 0,11a	0,02 ± 0,15b
Rutina	0,63 ± 0,08a	0,10 ± 0,03b
Quercetina	nq	0,40 ± 0,01

Média ± Desvio Padrão (n=3). nq: não quantificado. Letras diferentes (a, b) na mesma linha indicam diferenças significativas entre os extratos de bagaço ($p < 0,05$).

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram um espectro mais amplo de compostos bioativos, bem como teores mais elevados no bagaço de uva tinta. Alguns fenólicos, como o ácido vanílico e ácido siríngico, foram encontrados apenas no bagaço de uva tinta, enquanto a quercetina foi encontrada apenas na casta branca. Na verdade, a quercetina é um flavonoide que não tem grande expressão na cor dos produtos vegetais, contudo, é facilmente encontrado em abundância na natureza (Deepika; Maurya, 2022). Este composto, tal como todos os outros polifenóis, apresenta propriedades antioxidantes, antiinflamatórias, antiproliferativas, propriedades antineoplásicas, antidiabéticas e antimicrobianas (Castellanos-Gallo *et al.*, 2022). A quercetina é uma molécula lipofílica, podendo atravessar a barreira da membrana cerebral, evitando o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas (Vinha & Soares, 2024; Chiang *et al.*, 2023). Todos os compostos identificados no perfil de ambos os bagaços são ácidos fenólicos, flavonoides (flavanois e flavonóis) ou estilbenos. A catequina, epicatequina e epigallocatequina foram os compostos majoritários em ambos os bagaços, reforçando o seu uso como ingredientes funcionais, pois estes compostos têm sido associados a importantes bioatividades, como funções antibacterianas (para catequina e epicatequina) e eliminação de radicais livres e atividade anti-inflamatória (catequina) (Luo *et al.*, 2022). A rutina foi o flavonoide predominante encontrado na casta tinta (Touriga Nacional), a qual também é conhecida como vitamina P, reconhecida pelas suas propriedades antineoplásicas, antioxidantes, antidiabéticas, antiinflamatórias, antibacterianas, antifúngicas, neuroprotetoras, cardioprotetoras, hepatoprotetoras, nefroprotetoras e hematoprotetora (Sun *et al.*, 2023).

Em resumo, este trabalho enfatiza a importância da incorporação dos bagaços de uvas como ingredientes funcionais nas carnes suínas (Figura 2), minimizando o possível efeito negativo das mesmas na saúde pública, através da incorporação de subprodutos da viticultura (bagaço), visando potenciar os atributos organolépticos das carnes (pela adição de pigmentos naturais). Igualmente, estes subprodutos integram as características de aditivos, agindo como agentes conservantes, agentes antioxidantes e corantes.

Figura 2 - Incorporação do bagaço de uva tinta em carnes suínas, como aditivo alimentar natural.



Tanto quanto sabemos, os compostos polifenólicos e as antocianinas são os principais responsáveis pelo potencial antioxidante do bagaço de uvas, portanto, a sua aplicação na área da tecnologia alimentar torna-se uma mais-valia, não só pelas suas propriedades nutricionais e químicas que apresentam, como na aplicação direta do conceito de sustentabilidade, no âmbito do reaproveitamento de resíduos agroindustriais de baixo custo, poluentes para o ambiente e com valor agregado.

CONCLUSÃO

Milhões de toneladas de resíduos alimentares são produzidos anualmente, tornando-se um problema económico e ambiental que necessita de ser melhorado. A indústria do vinho é responsável pela produção de grandes quantidades de resíduos num curto intervalo de tempo. O bagaço de uva é o maior subproduto desta indústria, o qual integra quantidades consideráveis de compostos bioativos. Esses valiosos compostos podem ser recuperados através de protocolos de extração e aplicados a diversos fins, tanto na alimentação humana, como na ração animal, incorporação em embalagens ativas e na indústria farmacêutica e cosmética. As recuperações dos compostos bioativos presentes nos bagaços de uvas comprovam a importância do reaproveitamento

destes resíduos alimentares, como matéria-prima barata, como uma mais-valia na incorporação de outros produtos alimentares e não alimentares.

REFERÊNCIAS

- ANTONIC, B. *et al.* **Grape pomace valorization: A systematic review and meta-analysis.** *Foods*, v. 9, n. 11, p. 1627, nov. 2020.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis.** 21. ed. Arlington: AOAC, 2019
- BALBINOTI, T. C. V. *et al.* Addition of grape pomace in the hydration step of parboiling increases the antioxidant properties of rice. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 55, n. 6, p. 2370-2380, jan. 2020.
- BERES, C. *et al.* Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. **Waste Management**, v.68, p. 581-594, oct. 2017.
- CANALEJO, D. *et al.* Optimization of a method to extract polysaccharides from white grape pomace by-products. **Food Chemistry**, v. 365, p. 130445, jun. 2021.
- CASTELLANOS-GALLO, L. *et al.* Grape pomace valorization by extraction of phenolic polymeric pigments: A review. **Processes**, v. 10, n. 3, p. 469, feb. 2022.
- CHIANG, M. C.; TSAI, T. Y.; WANG, C. J. The potential benefits of quercetin for brain health: A review of anti-inflammatory and neuroprotective mechanisms. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, p. 6328, feb. 2023.
- CILLI, L. P. *et al.* Effects of grape pomace flour on quality parameters of salmon burger. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, p. e14329, nov. 2019.
- COSTA, A. S. G. *et al.* Optimization of antioxidants extraction from coffee silverskin, a roasting byproduct, having in view a sustainable process. **Industrial Crops and Products**, v. 53, p. 350-357, fev. 2014.
- COSTA, P. *et al.* Nutritional and functional compounds in dahlia flowers and roots. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, p. 2022029, 2022.
- CENCE, K. *et al.* Effects of natural antioxidants in processing and stability of italian type salami during storage. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 55144-55160, aug. 2020.
- DEEPIKA; MAURYA, P. K. Health benefits of quercetin in age-related diseases. **Molecules**, v. 27, p. 2498, apr. 2022.
- GARCÍA-LOMILLO, J.; GONZÁLEZ-SANJOSÉ, M. L. Applications of wine pomace in the food industry: approaches and functions. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, n. 1, p. 3-22, oct. 2017.
- GIROMINI, C.; GIVENS, D. I. Benefits and risks associated with meat consumption during key life processes and in relation to the risk of chronic diseases. **Foods**, v. 11, p. 2063, jul. 2022.

GREVTSEVA, N.; GUBSKY, S. A perspective of applications of wine pomace in flour-containing foods: A mini-review. **Biology Life Science Forum**, v. 26, p. 61, oct. 2023.

KANNAMPILLY, N. J.; DEVADAS, C. T. Kinetic modelling of anthocyanin extraction from grape (*Vitis vinifera*) using response surface methodology. **International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering**, v. 8, n. 11, p. 3015-3019, sep. 2019.

KOLLÁTHOVÁ, R. *et al.* **Fatty acid profile analysis of grape by-products from Slovakia and Austria**. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, v.23, n.2, Jun. 2020

LUO, Y. *et al.* Flavanols from nature: A phytochemistry and biological activity review. **Molecules**, v. 27, n. 3, p. 719, jan. 2022.

MACHADO, W. R. C. *et al.* Incorporation of phenolic compounds in food products: a review. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 5, p. 46470-46499, jun. 2021.

MESSINA, C. M. *et al.* Green biotechnology for valorisation of residual biomasses in nutraceutical sector: Characterization and extraction of bioactive compounds from grape pomace and evaluation of the protective effects in vitro. **Natural Products Research**, v. 35, n. 2, p. 1-6, apr. 2019.

NASSAR, M.; JAFFERY, A.; IBRAHIM, B. The multidimensional benefits of eicosapentaenoic acid: from heart health to inflammatory control. **Egyptian Journal Internal Medicine**, v. 35, p. 81, dec. 2023.

NICOLAI, M. *et al.* *Vitis vinifera* L. pomace: chemical and nutritional characterization. **Biomedical and Biopharmaceutical Research**, v. 15, n. 2, p. 156-166, dec. 2018.

NEGRO, C.; TOMMASI, L.; MICELI, A. Phenolic compounds and antioxidant activity from red grape marc extracts. **Bioresource Technology**, v. 87, n. 1, p. 41-44, mar. 2003.

PEREIRA, P. *et al.* Grape pomace: A potential ingredient for the human diet. **Foods**, v. 9, n. 12, p. 1772, nov. 2020.

REZAEI, M. *et al.* Optimization of pectin extraction from unripened grape pomace using citric acid and investigation of its physicochemical properties. **Iranian Journal of Biosystem Engineering**, v. 51, n. 4, p. 793-804, feb. 2021.

RODRIGUES, R. P. *et al.* Grape pomace as a natural source of phenolic compounds: Solvent screening and extraction optimization. **Molecules**, 28, p. 2715, mar. 2023.

ROMEO, R. *et al.* Effects of phenolic enrichment on vitamin C and antioxidant activity of commercial orange juice. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. e2019130, mar. 2020.

SAFRAID, G. F. *et al.* Profile of functional food consumer: identity and habits. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 25, p. e2021072, nov. 2022.

SPINEI, M.; OROIAN, M. The potential of grape pomace varieties as a dietary source of pectic substances. **Foods**, v. 10, n. 4, p. 867, apr. 2021.

STRAPASSON, G. C. **Caracterização e utilização do resíduo de produção de vinho no desenvolvimento de alimentos com propriedades funcionais** (Doctoral dissertation). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2016.

SUN, J. *et al.* Phytochemicals in chronic disease prevention. **Nutrients**, v. 15, p. 4933, nov. 2023.

VINHA, A. F.; SOARES, M. O. Invasive plants as a sustainable source of biomolecules against neurodegenerative diseases. **International Journal of Health Science**, v. 4, n. 11, p. 1-10, jan. 2024.

VINHA, A. F. *et al.* Nutraceuticals based on Portuguese grape pomaces as a potential additive in food products. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 26, p. e2023020, Jul. 2023a.

VINHA, A. F.; SOUSA, C. Valorization of lychee fruit peels waste for the sustainable production of value-added ingredient. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 26, p. e2023027, Jul 2023b

VINHA, A. F. *et al.* Fitoquímicos do bagaço da uva: ingrediente funcional em produtos cárneos. In: CASTRO, L. H. A. (Ed.). **Alimentação, nutrição e cultura**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2022. p. 62-74.

VINHA, A. F.; SOUSA, C.; OLIVEIRA, M. B. P. P. **Food waste and by-products recovery: Nutraceutical and health potential of carotenoids a natural pigments**. Saarbrücken: LAP Lambert Academic Publishing, 2020.

VINHA, A. F. *et al.* Chemical and antioxidant profiles of acorn tissues from *Quercus* spp.: potential as new industrial raw materials. **Industrial Crops and Products**, v. 94, p. 143-151, aug. 2016.

ZHANG, L. X. *et al.* Resveratrol (RV): A pharmacological review and call for further research. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 143, p. 112164, nov. 2021.