

A SUSTENTABILIDADE NA VITICULTURA SOB A LENTE DA ECONOMIA CIRCULAR: EXPLORANDO POSSIBILIDADES A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

BRUNA CAROLINE CERVA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)

MARCIA DUTRA DE BARCELLOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS)

Agradecimento à orgão de fomento:
Agradeço a CAPES pela bolsa de doutorado.

A SUSTENTABILIDADE NA VITICULTURA SOB A LENTE DA ECONOMIA CIRCULAR: EXPLORANDO POSSIBILIDADES A PARTIR DE UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA

1. Introdução

O conceito de economia circular se baseia na recuperação e reintegração de recursos locais ainda em circulação como alternativa à obtenção de recursos externos. No campo da indústria vitivinícola, a recuperação dos resíduos gerados pela indústria, promove uma agricultura sustentável e preserva a fertilidade do solo graças à biodiversidade reconstruída, bem como ajuda a identificar destinações adequadas para os resíduos (Donia; Mineo; Sgroi, 2018).

Dentro do conceito de economia circular há a distinção de dois principais ciclos: (1) os ciclos de nutrientes técnicos e (2) os ciclos de nutrientes biológicos. No ciclo de nutrientes técnicos, ocorre o gerenciamento de materiais finitos que podem ser recuperados e restaurados dentro do seu próprio ciclo técnico, resultando na diminuição do consumo de energia e manutenção do valor dos produtos. No ciclo biológico, tem-se os materiais renováveis cujo consumo ocorre em seu próprio ciclo, e sua reincorporação aos ciclos biológicos ocorre, por exemplo, através de compostagem ou digestão anaeróbia (Fundação Ellen MacArthur, 2015). Os resíduos encontrados na indústria vitivinícola, vistos pela lente da economia circular, e a partir da diferenciação entre os ciclos, nos permite traçar alternativas para os seus respectivos reaproveitamentos, uma vez que tais resíduos podem voltar ao ciclo de produção local, ser incorporados no ambiente (Leitão, 2015) ou mesmo alimentar outras indústrias.

A adoção de práticas circulares apresenta benefícios para o ambiente e para os cidadãos. Também beneficia as empresas e indústrias, pois promove a melhoria da rentabilidade e da imagem das organizações. No setor vitivinícola, a adoção da economia circular reduz as emissões e a pegada de carbono, aumenta a segurança no aprovisionamento de matérias-primas e minimiza o desperdício na cadeia. Além disso, segundo a ADVID - Associação de Desenvolvimento da Viticultura Duriense (2023) estimula a competitividade global do setor e contribui para um crescimento econômico sustentável.

Este artigo, que consiste em uma revisão sistemática de literatura, mapeou um total de 16 resíduos e intencionou apresentar como estes resíduos podem ser utilizados para alimentar a economia circular que beneficia a própria indústria vitivinícola bem como outras indústrias de acordo com os estudos dos últimos 10 anos, gerando a seguinte pergunta ou problema de pesquisa: **Como o aproveitamento integral na indústria vitivinícola tem alimentado modelos circulares de produção?** Neste artigo, embora os aproveitamentos sejam apresentados para as diversas indústrias quando na apresentação de cada resíduo aplicado e suas possibilidades, se dará atenção especial para os benefícios que podem ser gerados para a própria vinícola.

2. Metodologia de Pesquisa

Para esta pesquisa, realizou-se uma revisão sistemática de literatura que se baseou no protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) com o fim de garantir transparência e replicabilidade. O período selecionado para esta revisão foi de 10 anos (2015 a 2024), sendo selecionados apenas artigos publicados em periódicos em inglês. A base de dados selecionada foi a *Web of Science*, uma vez que é considerada uma das bases mais confiáveis e seletivas, além de promover resultados mais amplos de pesquisa.

As palavras-chave utilizadas foram *sustainab** AND *circular economy* AND *wine**. Inicialmente, 163 artigos foram encontrados a partir dos critérios estabelecidos.

Quanto aos critérios de inclusão do artigo, ele deveria estar diretamente relacionado com a promoção da economia circular na indústria do vinho de uva. Removeu-se os artigos que: (1) não abordassem a temática da economia circular voltada a indústria do vinho, (2) estivessem relacionados com vinho ou resíduos do vinho de outras frutas que não uvas e (3) artigos com foco na percepção do consumidor. Para realizar as filtragens a partir desses critérios, realizou-se a leitura dos títulos, seguida da leitura dos resumos, e em casos de dúvidas antes da remoção, a leitura integral dos artigos. Com isso, 39 artigos foram removidos. Por fim, quando se procedeu para leitura integral dos artigos que seriam incluídos, mais 6 artigos tiveram de ser removidos, uma vez que não estavam disponíveis para leitura integral. Assim, esta revisão contou com um total de 118 artigos incluídos. As seções a seguir apresentam os resultados encontrados e os *insights* gerados a partir dos dados encontrados.

3. Resultados e Discussão

Tendo em vista o volume de artigos inseridos nesta revisão, muitas informações pertinentes foram encontradas permitindo vislumbrar o panorama atual de como o aproveitamento integral na indústria vitivinícola tem alimentado modelos circulares de produção. Este artigo realiza inicialmente uma análise descritiva e de conteúdo dos achados desta revisão e sugere implicações quanto aos agentes envolvidos para a promoção da economia circular na indústria vitivinícola e a relevância de sua promoção.

3.1 Conhecendo os resíduos e suas possibilidades

Encontrou-se nesta revisão um total de 16 resíduos da indústria vitivinícola. Um dos resíduos que apresentou o maior número de estudos foi o bagaço, muitas vezes apresentado como um todo (composto pela casca, semente e uma parte do mosto), já em outros artigos explorando especificamente uma dessas partes, como apenas a semente, por exemplo. O quadro 1 sintetiza o que foi encontrado.

Quadro 1 - Resíduos da indústria vitivinícola e suas possibilidades

Resíduo	Indústrias beneficiadas e/ou aplicações diretas	Referências
Bagaço como um todo	Energia renovável, biocombustível de fontes renováveis, subproduto e finalidades nas indústrias nutracêutica, cosmética, terapêutica, alimentícia e médica, melhora da alimentação animal, tratamento de videiras, tratamento de águas residuais e outros resíduos da indústria vitivinícola, reequilíbrio da fertilidade do solo, compostagem, substituição de fertilizantes e produção de fertilizantes e controle de pragas.	Donia; Mineo; Sgroi, 2018; Vukusic et al., 2023; Sodhi et al., 2024; Tacchini et al., 2019; Zemni et al., 2023; Díaz et al., 2022; Rodriguez-Ramos; Canas-Sarazua; Briones-Labarca, 2022; Gerardi et al., 2021; Câmara et al., 2020; Perra et al., 2023; Canalejo et al., 2024; Nadaleti et al., 2021; Gorrasi et al., 2022; Silva et al., 2022; Holtman; Haldenwang; Welz, 2023; Tsouko et al., 2024; Hungria et al., 2020; Stefano et al., 2022; Manniello et al., 2020; Kassongo; Shahsavari; Ball, 2020; Perra, 2022; Cortés, 2020; Arslanoglu; Tümen, 2021; Gomez-Brandon; Martínez-Cordeiro; Domínguez, 2021; Perra et al., 2022; Martínez-Gómez et al., 2023; Frincu et al., 2023
Casca	Indústria vitivinícola, melhora da saúde pública, aplicações na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética e	Casquete et al., 2021; Michalaki et al., 2022; Zemni et al., 2023; Mussagy et al., 2024

	produção de biocombustível e/ou energia.	
Sementes	Produção de biocombustível e energia, reequilíbrio da fertilidade do solo, aplicações na alimentação humana e animal, aplicações para indústria têxtil e alimentícia (tanto embalagens quanto para suplementos).	Stefano et al., 2022; Ncube et al., 2021; Manniello et al., 2020; Garcia et al., 2024; D'Eusanio et al., 2023; Tincu et al., 2021; Mauro et al., 2022; D'Eusanio et al., 2023
Borras	Fonte de energia renovável, aplicações nas áreas médica, farmacêutica e nutracêutica, produção de biocombustível e produção de energia, tratamento de águas residuais, melhora da saúde animal, aplicações diversas para indústria do vinho e aplicações para indústria alimentícia.	Donia; Mineo; Sgroi, 2018; Sodhi et al., 2024; Tacchini et al., 2019; Umsza-Guez et al., 2023; Ciliberti et al., 2022; Holtman; Haldenwang; Welz, 2023; Garcia-Castello; Conidi; Cassano, 2024; Hungria et al., 2020; Câmara et al., 2020; Iseppi et al., 2023; Bianchi et al., 2023; Mastoras et al., 2023; Scarponi et al., 2024; Hernández-Macias et al., 2021; Meneghetti et al., 2020; Costa et al., 2023; Scarponi et al., 2021
Vinhaça	Produção de energia e combustível e produção de fertilizantes agrícolas.	Tena; Perez; Solera, 2021; Sillero et al., 2023; Sillero; Solera; Perez, 2023; Arslanoglu; Tümen, 2021; Sillero; Solera; Pérez, 2022
Podas das videiras	Produção de energia e combustível, aumento da eficiência energética, melhora da saúde humana e aplicações para indústria alimentícia (bebidas alcoólicas).	Nunes et al., 2021; Cavalaglio et al., 2020; Costa et al., 2023; D'Eusanio et al., 2023
Engaço	Produção de energia e combustíveis, aplicações para a indústria do vinho e alimentação animal	Di Stefano et al., 2022; Martin et al., 2023; Casquete et al., 2021
Talos	Produção de energia, melhora da alimentação animal e para auxiliar no reequilíbrio da fertilidade do solo	Donia; Mineo; Sgroi, 2018; Câmara et al., 2020; Manniello et al., 2020
Caule	Aplicações para saúde humana e alimentação animal	Costa et al., 2023; Martin et al., 2024
Ácido acético	Saúde animal (controle de pragas)	Braglia et al., 2021
Pedúnculos da uva	Fonte de açúcares fermentáveis para produção de ácido lático que beneficia as indústrias alimentícia e agrícola, bem como na fabricação de produtos farmacêuticos, cosméticos e químicos.	D'Ambrosio et al., 2023
Rolhas	Elaboração de novos agro compostos, aplicações nas indústrias agrícola, cosmética, farmacêutica, alimentícia e têxtil.	Suffo et al., 2024; Mislata; Puxeu; Ferrer-Gallego, 2020; Castro et al., 2022
Embalagem	Embalagens recicláveis e/ou compostáveis que beneficiam a	Noviello et al., 2020; Labelle; Frayret, 2024; Fiorineschi et al., 2024

	indústria do vinho e em geral.	
Mosto	Indústria vitivinícola.	Pereira et al., 2022; Canalejo et al., 2024
Brotos	Tratamento de águas residuais e produção de combustível.	Sabando-Fraile et al., 2024; Kovacs et al., 2021
Tártaro de cálcio	Produção de combustível e energia.	Ncube et al, 2021

Fonte: elaborado pelas autoras

Após esse panorama de possibilidades para as indústrias em geral, o tópico a seguir apresenta maiores detalhes sobre as possibilidades para a própria vinícola.

3.2 Possibilidades para indústria vitivinícola

Os resultados encontrados nesta revisão indicam que a indústria do vinho é uma importante beneficiária do aproveitamento integral dos seus resíduos. Dentre os benefícios que a própria vinícola obtém podemos citar a redução ou eliminação do uso de dióxido de enxofre (SO²) na produção (Casquete *et al.*, 2021), tornando-a uma indústria mais verde, o que gera melhora da imagem e melhora técnica por garantir um vinho mais saudável, com garantia de estabilidade microbiológica e maior proteção da oxidação. Outro benefício de ordem técnica é a correção da acidez nos vinhos por meio da adição de mostos de uvas verdes, especialmente útil em regiões mais quentes. Este aproveitamento permite o aumento da acidez sem um impacto negativo nas características do vinho (Pereira *et al.*, 2022).

Outro benefício relevante refere-se à gestão e ao tratamento das águas residuais nas vinícolas. O artigo de Garcia-Castello, Conidi e Cassano (2024) demonstrou como a utilização de borras de vinho pode contribuir para esses processos, ao apresentar a recuperação de compostos bioativos derivados de borras de vinho branco por meio de uma combinação de extração hidroalcoólica e operações baseadas em membranas. Os autores propõem essa abordagem como uma alternativa promissora para o tratamento e a valorização de águas residuais nas vinícolas, ao aliar a recuperação de compostos de interesse à redução do impacto ambiental do setor (Garcia-Castello, Conidi & Cassano, 2024). Ainda quanto à gestão e tratamento de águas residuais nas vinícolas, o artigo de Holtman, Haldenwang e Welz (2023) explorou os reatores de bioareia para tratamento de águas residuais nas vinícolas. Neste artigo, os autores compararam o desempenho de reatores de bioareia contendo areia bruta e areia fracionada. Os resultados encontrados por esses autores salientaram que um módulo de reator de bioareia pode teoricamente tratar o volume aproximado gerado por vinícolas que esmagam de 329 a 547 toneladas de uvas por ano, o que é maior do que os reatores que utilizam areia bruta. Além disso, os autores apresentam um modelo de reator de bioareia com desperdício zero para tratamento de águas residuais de vinícolas que inclui a reutilização de efluentes tratados para irrigação, digestão anaeróbica de lodo de águas residuais das vinícolas e uso do digestato como fertilizante agrícola (Holtman; Haldenwang; Welz, 2023). O artigo de Oliveira et al. (2018) investigou a gestão da água em vinícolas, com ênfase em regiões de clima mais quente e seco, e propôs uma abordagem integrativa para a produção de vinho. Os autores desenvolveram e validaram um modelo de cálculo capaz de prever o consumo de água e a geração de águas residuais, considerando variáveis como o período de vinificação e o tipo de uva processada. Tal modelo visa identificar oportunidades de melhoria no tratamento e na gestão das águas residuais nas vinícolas (Oliveira et al., 2018).

Ainda em termos de benefícios técnicos, os autores Iseppi *et al.* (2023) propuseram em seu artigo uma biomassa de levedura feita com borras de vinho e salientaram o papel protetor dos extratos de borras de vinho contra fenômenos oxidativos (Casquete *et al.*, 2021; Iseppi *et al.*, 2023). Na mesma linha, o artigo dos autores Casquete *et al.* (2021) exploraram o potencial do engaço e cascas com o objetivo de proteger os vinhos da oxidação. Referente ao tratamento de videiras, os autores Silva *et al.* (2022) propuseram a produção de chars produzidos com os bagaços das uvas para atuarem com adsorventes de Cu(II) para tratamento de videiras (Silva *et al.*, 2022).

No que toca ao enoturismo e à melhoria das práticas, os estudos encontrados aqui destacaram sua capacidade de melhorar o desempenho econômico e ambiental (Martínez-Falcó *et al.*, 2024). Quando adequadamente desenvolvido, o enoturismo se torna uma fonte de renda adicional para a comunidade, interrompe os efeitos adversos do despovoamento rural e protege a vida selvagem e os habitats naturais (Flores; Medeiros, 2016; Nave; Paço, 2021; Trigo; Silva, 2022). Além disso, o enoturismo pode ser utilizado como canal de comunicação para conscientizar sobre a abordagem sustentável das vinícolas e aumentar a consciência ambiental e a importância da proteção do território entre os visitantes (Rachão *et al.*, 2021).

Quanto aos benefícios de ordem financeira, através da alteração do formato das embalagens dos vinhos, o artigo dos autores Mura *et al.* (2023) analisou uma pequena empresa vinícola italiana que implementa uma estratégia circular por meio da devolução e reforma de componentes das embalagens. Os resultados mostraram que tais ações evidenciaram a capacidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa de 8 a 90%, bem como podem resultar em redução dos custos em cerca de 6 a 63% (Mura *et al.*, 2023). Outra ação envolvendo embalagens é a proposta de embalagens compostáveis do estudo de Fiorineschi *et al.* (2024), feitas de fibras de palha e bioplástico para garrafas de vinho.

A economia circular na indústria do vinho também é capaz de melhorar o desempenho e capacidade de inovação, conforme destacado no artigo de Carchano *et al.* (2024). Estes autores salientaram que a demanda por produtos sustentáveis, regulamentação e comprometimento ambiental da alta gerência influenciam positivamente a inovação ambiental diretamente relacionada ao empreendedorismo verde. Este estudo também destacou que o investimento em tais inovações permite que as empresas alcancem simultaneamente maiores retornos financeiros e ambientais (Carchano *et al.*, 2024).

O desenvolvimento sustentável, em geral, inclui também a questão energética. Um exemplo de realidades fundadas na bioenergia são os distritos de agroenergia que envolvem os três pilares da sustentabilidade e integram a dimensão energética, alimentando a economia circular. O artigo dos autores Zambon *et al.* (2018) explorou sobre como o setor do vinho tem experimentado um crescimento recente de seu mercado econômico e que os distritos de agroenergia podem ser a próxima fase da futura realidade desta indústria (Zambon *et al.*, 2018). O artigo de Donia, Mineo e Sgroi (2018) analisou a viabilidade de um projeto para a realização de uma planta de biogás em uma empresa do setor de viticultura localizada no centro-sul da Sicília. Esta planta contou com a possibilidade de usar resíduos da produção de vinho, tais como o bagaço, talos e borras, gerando benefícios para a própria vinícola.

Quanto à mitigação das consequências das mudanças climáticas e seu impacto nas propriedades sensoriais do vinho, o artigo dos autores Mairata *et al.* (2024) propôs que mulches orgânicos feitos de resíduos de podas das uvas podem ser práticas alternativas para mitigar as consequências das mudanças climáticas sem impacto significativo no perfil fenólico e nas propriedades sensoriais do vinho em comparação ao manejo convencional do solo. Este estudo destacou que a aplicação de *mulching* pode aumentar a disponibilidade de nutrientes e água e pode tornar a viticultura mais ambientalmente sustentável e adaptável às

restrições climáticas atuais e futuras com impacto mínimo na qualidade do vinho (Mairata *et al.*, 2024). Ainda pensando no contexto de vulnerabilidade às mudanças climáticas, dado o impacto da temperatura, das condições da água e do solo na produção de vinho, o estudo de Gueddari-Aourir (2022) avaliou o impacto ambiental da chamada estratégia de processos de fermentação alcoólica de dióxido de carbono (CO²) (CO₂-AFP), uma estratégia eco inovadora recente, que oferece uma produção de vinho mais verde com uma redução de quase 17% da pegada de carbono considerando as emissões diretas e indiretas (Gueddari-Aourir, 2022).

Os resíduos também podem atuar como fonte mineral para o envelhecimento de bebidas alcoólicas. O estudo de D'Eusanio *et al.* (2023) avaliou o teor de metais de extratos tânicos obtidos de canas de videira, para avaliar sua adequação enquanto aparas de madeira para infusão direta durante o processo de envelhecimento de bebidas alcoólicas, uma vez que o envelhecimento tradicional em barril é um processo caro e lento e pode ser aprimorado por meio da infusão direta de aparas de madeira.

A promoção da economia circular na indústria vitivinícola também pode ocorrer por meio da educação no campo e geração de conhecimento. Montacchini, Tedesco e Di Prima (2024) apresentam os resíduos desta indústria enquanto portadores de informações capazes de comunicar sua história e origem, uma vez que podem ser considerados um meio de gerar conhecimento e conexões sociais. O artigo ilustra uma experimentação de design circular, conduzida com estudantes de arquitetura e design, que levou à criação do projeto CiaBOT, um mirante que tem como objetivo valorizar a paisagem e transmitir valores culturais materiais e imateriais e que refletem profunda conexão com o território, tornando-o um espaço de hibridização e diálogo entre tradição agrícola e inovação, educação de campo e cogeração de conhecimento (Montacchini; Tedesco Di Prima, 2024). Outro artigo que apresentou modelos que geram e disseminam conhecimento, foi o artigo dos autores Varavallo *et al.* (2024) que apresentaram o modelo de neutralidade de impacto TREEIN (TREE model for Environmental Impact Neutrality) que tem como objetivo orientar as empresas (da indústria do vinho e do azeite) para o uso eficaz de gestão e certificação ambiental existentes (Varavallo *et al.*, 2024).

Assim, observa-se que as possibilidades de aplicação são diversas e abrangem vários aspectos das operações da vinícola, gerando impactos positivos de natureza ambiental, técnica, econômica e operacional. Essas possibilidades permitem aprimorar a produção, promovendo economia de recursos e, mais importante ainda, reduzindo o impacto ambiental. O Quadro 2 apresenta uma síntese das categorias identificadas nesta revisão, reunindo os benefícios e possibilidades discutidos até o momento para as vinícolas.

Quadro 2 - Benefícios para a vinícola

Benefícios	Exemplo
Técnicos e operacionais	<ul style="list-style-type: none"> - Redução ou eliminação do uso de dióxido de enxofre (SO²) na produção com garantia de estabilidade microbiológica e maior proteção da oxidação (Casquete et al., 2021; Iseppi et al., 2023) - Correção da acidez nos vinhos (Pereira et al., 2022) - Tratamento de videiras - proposta de produção de chars produzidos com os bagaços das uvas para atuarem com adsorventes de Cu(II) (Silva et al., 2022). - Utilização de canas de videira enquanto aparas de madeira para infusão direta durante o processo de envelhecimento de bebidas alcoólicas, acelerando o processo e o tornando menos oneroso (D'Eusanio et al., 2023).
Ambientais	<ul style="list-style-type: none"> - Gestão e tratamento das águas residuais nas vinícolas a partir da utilização de borras de vinhos (Garcia-Castello; Conidi; Cassano, 2024).

	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de reatores de bioareia para tratamento de águas residuais nas vinícolas (Holtman; Haldenwang; Welz, 2023). - Desenvolvimento e validação de um modelo de cálculo para prever o consumo de água e a produção de águas residuais com o fim de identificar melhorias no tratamento e gestão de águas residuais para que a reutilização de água possa ser feita (Oliveira et al., 2018). - Enoturismo enquanto canal de comunicação para conscientizar sobre a abordagem sustentável das vinícolas e aumentar a consciência ambiental e a importância da proteção do território entre os visitantes (Rachão et al., 2021). - Enoturismo para promover a melhora do desempenho econômico e ambiental como fonte de renda adicional para a comunidade, uma vez que interrompe os efeitos adversos do despovoamento rural, protege a vida selvagem e os habitats naturais e atua como um elemento estruturante do território por meio da proteção do patrimônio, da paisagem vinícola e de seus costumes (Martínez-Falcó et al., 2024; Flores; Medeiros, 2016; Nave; Paço, 2021; Trigo; Silva, 2022). - Proposta de embalagens compostáveis feitas de fibras de palha e bioplástico para garrafas de vinho (Fiorineschi et al., 2024) - Planta de biogás a partir de resíduos da produção de vinho, tais como o bagaço, talos e borras, gerando benefícios para a própria vinícola (Donia; Mineo; Sgroi, 2018). - Mulches orgânicos feitos de resíduos de podas das uvas para mitigar as consequências das mudanças climáticas sem impacto significativo no perfil fenólico e nas propriedades sensoriais do vinho (Mairata et al., 2024) - Estratégia de processos de fermentação alcoólica de dióxido de carbono (CO₂) (CO₂-AFP), uma estratégia eco inovadora recente, que oferece uma produção de vinho mais verde (Gueddari-Aourir, 2022).
Econômicos	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização de canas de videira enquanto aparas de madeira para infusão direta durante o processo de envelhecimento de bebidas alcoólicas, acelerando o processo e o tornando menos oneroso (D'Eusano et al., 2023) - Enoturismo para melhora do desempenho econômico e ambiental como fonte de renda adicional para a comunidade (Martínez-Falcó et al., 2024; Flores; Medeiros, 2016; Nave; Paço, 2021; Trigo; Silva, 2022). - Através da alteração do formato das embalagens dos vinhos, que além de reduzir as emissões podem resultar em redução dos custos em cerca de 6 a 63% (Mura et al., 2023).
Demais benefícios	<ul style="list-style-type: none"> - Melhora de imagem por se apresentar como uma indústria verde (Casquete et al., 2021) - Melhora do desempenho e capacidade de inovação (Carchano et al., 2024). - Promoção e difusão de conhecimento para as comunidades e população em geral (Montacchini; Tedesco; Di Prima, 2024), bem como para as empresas (Varavallo et al., 2024).

Fonte: elaborado pelas autoras

3.3 Atores envolvidos no aproveitamento integral na indústria vitivinícola

A partir da leitura realizada dos artigos desta revisão, foi possível identificar alguns dos atores necessários no processo do aproveitamento integral dos resíduos da viticultura: (1) as vinícolas, (2) os pesquisadores que ativamente têm investigado as múltiplas possibilidades de reutilização desses resíduos, (3) os programas e projetos que tem fomentado pesquisas sobre o tema e (4) as demais indústrias que podem ser tanto beneficiárias como potenciais parceiros, estabelecendo relações de cooperação com as vinícolas.

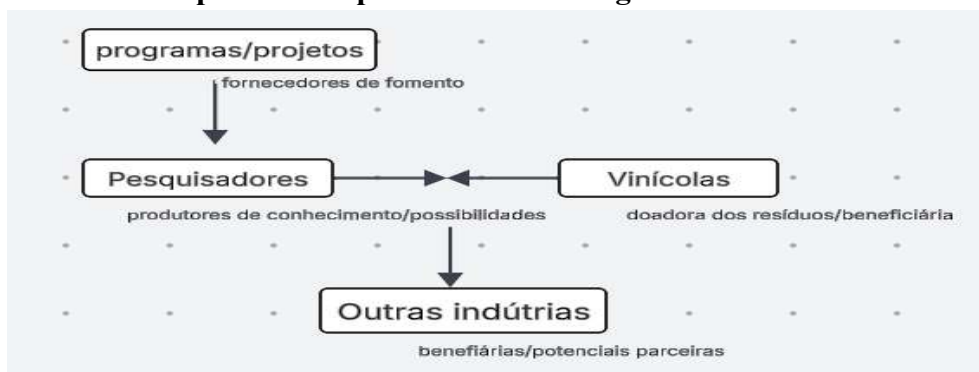
Iniciando pelas vinícolas, além de potenciais beneficiárias, este artigo destaca seu papel enquanto importantes promotoras das pesquisas que promovem o aproveitamento integral. Nos artigos, os autores muitas vezes, ao informarem sobre as amostras obtidas para a pesquisa, utilizaram a expressão “foram gentilmente disponibilizadas” e identificavam a vinícola doadora. Além disso, na sessão de agradecimentos dos artigos encontrou-se agradecimentos quanto a disposição do espaço, o aceite em participar das dinâmicas da pesquisa, as amostras fornecidas, ou mesmo o fomento fornecido, caso ocorrido no artigo de

Gueddari-Aourir *et al.* (2022). Isso pode indicar o potencial interesse que pode haver por parte das vinícolas neste aproveitamento, suas expectativas quanto aos benefícios que podem obter e gerar com este aproveitamento. Ao fornecerem tais resíduos, as vinícolas se apresentaram como importantes agentes contribuintes para pesquisas que visam explorar as potencialidades desses resíduos, uma vez que atuaram como fornecedoras do material necessário para a condução das pesquisas.

Em relação ao papel dos programas ou projetos de pesquisa mencionados (em geral no tópico de agradecimentos ao final do artigo), percebeu-se a importância de projetos específicos que fornecem fomento e estimulam a produção de conhecimento sobre o tema. Dos 118 artigos desta revisão, 87 artigos mencionaram fomento e apoio à pesquisa em sua sessão de agradecimentos. Desses 87, 67 artigos foram apoiados por projetos específicos, além das fontes de fomento adicionais que variaram entre bolsas de mestrado, doutorado, pré-doutorado, além de bolsas de apoio. Desses 87 artigos, 20 deles não foram apoiados por projetos específicos mas receberam apoio por meio de bolsas de pesquisa. Dos 67 artigos que mencionaram os projetos, cerca de 84 projetos diferentes foram mencionados. Alguns artigos receberam apoio e fomento de mais de um projeto relacionado. A relevância da existência desses projetos e fontes de fomento está diretamente relacionada com a contribuição gerada pelos pesquisadores do campo, outro ator importante mapeado aqui, uma vez que os pesquisadores dependem de fomento para desenvolver suas pesquisas.

Por fim, em termos de contribuições gerenciais, pensando no quarto ator mapeado que são as outras indústrias beneficiárias, essa revisão tem como objetivo salientar que, de acordo com os benefícios esperados, a colaboração entre as diversas indústrias se faz necessária, uma vez que os resíduos de uma indústria podem ser benéficos a outras. Aqui se sugere a cooperação entre atores de cadeias de suprimentos distintas, muito além das atuais relações estabelecidas dentro da própria cadeia, o que pode ser tornar um fator importante para se manter competitivo (Cao; Zhang, 2011). A figura 1 sintetiza os atores encontrados aqui e seus papéis para o fomento do aproveitamento integral dos resíduos da indústria do vinho.

Figura 1 - Atores mapeados no aproveitamento integral dos resíduos da viticultura



Fonte: elaborado pelas autoras

4 Considerações finais

Vivemos em tempos marcados pelos efeitos do aquecimento global e das alterações climáticas, tornando imperativo modelos mais sustentáveis de produção (Parreira; Guimarães, 2023). A viticultura possui forte dependência dos fatores ambientais, além de ser uma grande geradora de resíduos. Para contornar essa problemática, o aproveitamento integral dos resíduos da vinícola tem se apresentado como uma solução vantajosa para o combate das consequências negativas da destinação errada dos resíduos (Rocha; Nodari, 2023).

Este artigo salientou a importância do aproveitamento integral dos resíduos da indústria vitivinícola e seu impacto benéfico para as vinícolas e outras indústrias, e mapeou os resíduos que têm sido atualmente utilizados neste aproveitamento e suas diversas possibilidades. Para a finalidade a que se propôs, salientou também a importância do papel das vinícolas nesse processo como agentes colaboradores ao doarem os resíduos da sua produção, que em um primeiro momento, pode representar a redução de custos com o tratamento de resíduos, mas a longo prazo, pode significar melhorias técnicas, operacionais e financeiros que podem gerar vantagem competitiva, além de promover a sustentabilidade.

Uma vez que tais vinícolas não foram entrevistadas, visto que aqui se trata de uma revisão sistemática de literatura, a análise da motivação de tais vinícolas para com o aproveitamento integral fica limitada. Assim, sugere-se estudos futuros que analisem a disposição e motivação das vinícolas para com o aproveitamento integral bem como suas expectativas quanto aos benefícios que podem se converter a partir desse aproveitamento. Sugere-se também pesquisas que dêem especial atenção às vinícolas em território nacional, uma vez que o Brasil é um importante produtor de vinho (OIV, 2024). A intencionalidade do aproveitamento integral pode ter origens diversas. Assim, analisar a viabilidade e comprometimento são importantes quando pensamos em intencionalidade e ações de longo prazo, o que se aplica no caso da adoção de estratégias sustentáveis que visam o aproveitamento integral de resíduos.

Referências

ADVID. *Guia de economia circular para o setor vitivinícola*. Portugal: ADVID, 2023.

ARSLANOĞLU, H.; TÜMEN, F. Potassium struvite (slow release fertilizer) and activated carbon production: resource recovery from vinasse and grape marc organic waste using thermal processing. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 147, 2021.

BIANCHI, Federico; *et al.* The potential of wine lees as a fat substitute for muffin formulations. *Foods*, v. 12, n. 13, p. 2584, 2023.

BRAGLIA, Chiara *et al.* Screening of dietary ingredients against the honey bee parasite *Nosema ceranae*. *Pathogens*, v. 10, n. 9, p. 1117, 2021.

CAO Mei, ZHANG Qingyu. Supply Chain collaboration: Impact on collaborative advantage and firm performance. *Journal of Operations Management*, v.29, p. 163-180, 2011.

CÂMARA, José S.; *et al.* Exploring the potential of wine industry by-products as source of additives to improve the quality of aquafeed. *Microchemical Journal*, v. 155, p. 104758, 2020.

CANALEJO, D. *et al.* Potential use of grape and wine polysaccharide extracts as fining agents to modulate the volatile composition of Viura wines. *Food Chemistry*, v. 430, p. 137047, 2024.

CARCHANO, Marcos; *et al.* Moving toward environmental sustainability through green entrepreneurship: assessing the moderating role of managerial environmental commitment. *International Entrepreneurship And Management Journal*, v. 20, n. 3, p. 2209-2240, 2024.

- CASQUETE, Rocío; *et al.* Addition of grape skin and stems extracts in wines during the storage to reduce the sulfur dioxide: impact on red wine quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 18, n. 5, p. 2783, 2021.
- CASTIGLIONE, Claudio; FIORE, Eleonora. Sustainable production networks: a design methodology based on the cooperation among stakeholders. *Journal Of Cleaner Production*, v. 362, p. 132308, 2022.
- CASTRO, J. A. *et al.* Coating based on cork waste, for applications on cotton textile substrates. *Interciencia*, v. 47, n. 9, p. 402–408, 2022.
- CAVALAGLIO, Gianluca *et al.* Characterization of various biomass feedstock suitable for small-scale energy plants as preliminary activity of Biocheaper project. *Sustainability*, v. 12, n. 16, p. 6678, 2020.
- CILIBERTI, M. G.; *et al.* Green extraction of bioactive compounds from wine lees and their bio-responses on immune modulation using in vitro sheep model. *Journal of Dairy Science*, v. 105, n. 5, p. 4335–4353, 2022.
- CORTÉS, Antonio; *et al.* Environmental assessment of viticulture waste valorisation through composting as a biofertilisation strategy for cereal and fruit crops. *Environmental Pollution*, v. 264, p. 114794, 2020.
- COSTA, Cátia; *et al.* Unveiling the potential of unexplored winery by-products from the Dão Region: phenolic composition, antioxidants, and antimicrobial properties. *Applied Sciences*, v. 13, n. 18, p. 10020, 2023.
- D'AMBROSIO, Sergio *et al.* Grape stalk valorization: an efficient re-use of lignocellulosic biomass through hydrolysis and fermentation to produce lactic acid from *Lactobacillus rhamnosus* imc501. *Fermentation*, v. 9, n. 7, p. 616, 2023.
- DAOU, Alain; *et al.* The Ecocanvas as a business model canvas for a circular economy. *Journal Of Cleaner Production*, v. 258, p. 120938, 2020.
- D'EUSANIO, Veronica; *et al.* Waste by-product of grape seed oil production: chemical characterization for use as a food and feed supplement. *Life*, v. 13, n. 2, p. 326, 2023.
- D'EUSANIO, Veronica; *et al.* Exploring the mineral composition of grapevine canes for wood chip applications in alcoholic beverage production to enhance viticulture sustainability. *Beverages*, v. 9, n. 3, p. 60, 2023.
- DÍAZ, N. *et al.* Antioxidant compound adsorption in polyvinylpolypyrrolidone from Chilean Carménère, Cabernet Sauvignon, and Merlot grape pomaces as potential by-products. *Antioxidants*, v. 11, n. 10, p. 2017, 2022.
- DIMITROVA, Vesselina; *et al.* A fuzzy AHP study of barriers for circularity in the wine sector in Bulgaria. *British Food Journal*, v. 126, n. 1, p. 255-270, 2023.

DONIA, E.; MINEO, A. M.; SGROI, F. A methodological approach for assessing business investments in renewable resources from a circular economy perspective. *Land Use Policy*, v. 76, p. 823–827, 2018.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Rumo à economia circular: o racional de negócio para acelerar a transição*. 2015. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Rumo-%C3%A0-economiacircular_SumarioExecutivo.pdf. Acesso em: 6 abr. 2025.

FIORE, E.; STABELLINI, B.; TAMBORRINI, P. A systemic design approach applied to rice and wine value chains: the case of the InnovaEcoFood project in Piedmont (Italy). *Sustainability*, v. 12, n. 21, p. 9272, 2020.

FIORINESCHI, Lorenzo *et al.* Conceptual design of a small production plant for eco-friendly packaging. *Journal of Engineering, Design and Technology*, v. 22, n. 4, p. 1257–1281, 2024.

FLORES, S.; MEDEIROS, R. *Wine tourism moving towards sustainable viticulture? Challenges, opportunities and tools to internalize sustainable principles in the wine sector*. In: SPRINGER (Org.). *Wine and Tourism*. [S.l.]: Springer, 2016. p. 229-245.

FRÎNCU, Mihai; *et al.* Physico-chemical characterization of some sources of grape marc from Pietroasa vineyard. *Agrolife Scientific Journal*, Romania, v. 12, n. 1, p. 81–86, 2023.

GARCIA, S. R. *et al.* Sustainable proteins from wine industrial by-product: ultrasound-assisted extraction, fractionation, and characterization. *Food Chemistry*, v. 455, p. 139743, 2024.

GARCIA-CASTELLO, Esperanza M.; CONIDI, Carmela; CASSANO, Alfredo. A membrane-assisted green strategy for purifying bioactive compounds from extracted white wine lees. *Separation and Purification Technology*, v. 336, p. 126183, 2024.

GERARDI, C. *et al.* Comparison of antibacterial and antioxidant properties of red (cv. Negramaro) and white (cv. Fiano) skin pomace extracts. *Molecules*, v. 26, n. 19, 2021.

GÓMEZ-BRANDÓN, María; MARTÍNEZ-CORDEIRO, Hugo; DOMÍNGUEZ, Jorge. Changes in the nutrient dynamics and microbiological properties of grape marc in a continuous-feeding vermicomposting system. *Waste Management*, v. 135, p. 1–10, 2021.

GORRASI, G. *et al.* Physicochemical and antioxidant properties of white (Fiano cv) and red (Negroamaro cv) grape pomace skin based films. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 30, n. 9, p. 3609–3621, 2022.

GUEDDARI-AOURIR, A.; *et al.* The carbon footprint balance of a real-case wine fermentation CO₂ capture and utilization strategy. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, v. 157, p. 112058, 2022.

HERNÁNDEZ-MACIAS, S.; *et al.* Growth-promoting effect of cava lees on lactic acid bacteria strains: a potential revalorization strategy of a winery by-product. *Foods*, v. 10, n. 7, p. 1636, 2021.

- HOLTMAN, G. A.; HALDENWANG, R.; WELZ, P. J. Biosand reactors for remediation of winery effluent in support of a circular economy and the positive effect of sand fractionation on hydraulic and operational performance. *Journal of Water Process Engineering*, v. 53, p. 103849, 2023.
- HUNGRÍA, J. *et al.* Anaerobic co-digestion of winery waste: comparative assessment of grape marc waste and lees derived from organic crops. *Environmental Technology*, v. 42, n. 23, p. 3618–3626, 2020.
- ISEPPI, A. de; *et al.* Chemical and electrochemical assessment of wine lees extracts tested as novel antioxidant additives in model wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 72, n. 4, p. 1969–1977, 2023. American Chemical Society (ACS).
- KASSONGO, Josue; SHAHSAVARI, Esmail; BALL, Andrew S. Co-digestion of grape marc and cheese whey at high total solids holds potential for sustained bioenergy generation. *Molecules*, v. 25, n. 23, p. 5754, 2020.
- KOVACS, Eniko *et al.* Green protocols for the isolation of carbohydrates from vineyard vine-shoot waste. *Analytical Letters*, v. 54, n. 1–2, p. 70–87, 2020.
- LABELLE, Alexandre; FRAYRET, Jean-Marc. Word-of-mouth in agent-based simulation model of reverse logistics. *Frontiers in Sustainability*, v. 5, 2024.
- LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. *Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting*, v. 1, n. 2, p. 150-171, 2015.
- LOSADA, Rocío; GÓMEZ-RAMOS, Almudena; RICO, Margarita. Rural areas receptivity to innovative and sustainable agrifood processes. A case study in a viticultural territory of Central Spain. *Regional Science Policy & Practice*, v. 11, n. 2, p. 307-328, 2019.
- MAIRATA, Andreu; *et al.* Organic mulches slightly influence the wine phenolic profile and sensory evaluation. *Food Chemistry*, v. 457, p. 140045, 2024.
- MANNIELLO, Canio; *et al.* Planning the flows of residual biomass produced by wineries for the preservation of the rural landscape. *Sustainability*, v. 12, n. 3, p. 847, 2020.
- MARTIN, David San *et al.* Evaluation of valorisation strategies to improve grape stems' nutritional value as an ingredient for ruminants' diets. *Sustainability*, v. 15, n. 15, 2023.
- MARTIN, David San *et al.* Valorisation of grape stem as an alternative ingredient in rabbit feed. *Waste Management & Research: The Journal for a Sustainable Circular Economy*, v. 43, n. 4, p. 593–601, 2024.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ, Ángela; *et al.* Biochar from grape pomace, a waste of vitivincultural origin, is effective for root-knot nematode control. *Biochar*, v. 5, n. 1, p. 1–1, 2023.
- MARTÍNEZ-FALCÓ, Javier; *et al.* Do circular economy practices moderate the wine tourism–green performance relationship? A structural analysis applied to the Spanish wine industry. *British Food Journal*, v. 126, n. 1, p. 134-155, 2023.

MARTÍNEZ-FALCÓ, Javier; *et al.* Green supply chain management and sustainable performance: exploring the role of circular economy capability and green ambidexterity innovation. *British Food Journal*, v. 126, n. 11, p. 3985-4011, 2024.

MASTORAS, Petros; *et al.* Application of a pilot-scale solar still for wine lees management: characterization of by-products and valorization potential. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 11, n. 6, p. 111227, 2023.

MAURO, Manuela; *et al.* Chitosan film functionalized with grape seed oil—preliminary evaluation of antimicrobial activity. *Sustainability*, v. 14, n. 9, p. 5410, 2022.

MENEGHETTI, Manuel; *et al.* Sustainable organic dyes from winemaking lees for photoelectrochemical dye-sensitized solar cells. *Applied Sciences*, v. 10, n. 6, p. 2149, 2020.

MICHALAKI, A.; *et al.* Bioactivity of grape skin from small-berry Muscat and Augustiatis of Samos: a circular economy perspective for sustainability. *Sustainability*, v. 14, n. 21, 2022.

MISLATA, Ana Maria; PUXEU, Miquel; FERRER-GALLEGO, Raul. Aromatic potential and bioactivity of cork stoppers and cork by-products. *Foods*, v. 9, n. 2, p. 133, 2020.

MONTACCHINI, E.; TEDESCO, S.; PRIMA, N. di. CiaBOT: the circular design of an experimental microarchitecture between material and immaterial values. *Vitruvio - International Journal Of Architectural Technology And Sustainability*, v. 9, n. 1, p. 44-55, 2024.

MURA, Rita *et al.* Achieving the circular economy through environmental policies: packaging strategies for more sustainable business models in the wine industry. *Business Strategy And The Environment*, v. 33, n. 2, p. 1497-1514, 2023.

MUSSAGY, Cassamo U.; *et al.* Eco-sustainable biorefinery to the management of winery waste by integrating sequential ready-to-use pigments and bioenergy through advanced multi-step kinetic slow pyrolysis. *Industrial Crops and Products*, v. 221, p. 119380, 2024.

NADALETI, W. C. *et al.* A pioneering study of biomethane and hydrogen production from the wine industry in Brazil: pollutant emissions, electricity generation, and urban bus fleet supply. *International Journal of Hydrogen Energy*, v. 46, n. 36, p. 19180–19201, 2021.

NAVE, A.; DO PAÇO, A.; DUARTE, P. A systematic literature review on sustainability in the wine tourism industry: insights and perspectives. *International Journal of Wine Business Research*, v. 33, n. 4, p. 457-480, 2021.

NCUBE, A.; *et al.* Upgrading wineries to biorefineries within a circular economy perspective: an Italian case study. *Science of the Total Environment*, v. 775, p. 145809, 2021.

NOVIELLO, M. *et al.* Synthetic zeolite materials from recycled glass and aluminium food packaging as potential oenological adjuvant. *Food Packaging and Shelf Life*, v. 26, 2020.

NUNES, L. J. R.; *et al.* Energy recovery of agricultural residues: incorporation of vine pruning in the production of biomass pellets with enplus® certification. *Recycling*, v. 6, n. 2, p. 28, 2021.

NUNES, L. J. R.; *et al.* Production of biochar from vine pruning: waste recovery in the wine industry. *Agriculture*, v. 11, n. 6, p. 489, 2021.

OLIVEIRA, M.; *et al.* Challenges for modern wine production in dry areas: dedicated indicators to preview wastewater flows. *Water Supply*, v. 19, n. 2, p. 653-661, 2018.

PARREIRA, L. S. A; GUIMARÃES, A. Q. Economia circular como alternativa sustentável: uma revisão narrativa do conceito, da sua trajetória e das suas críticas e barreiras. *Rde – Revista de Desenvolvimento Econômico*, n. 54, p. 111-135, 2023.

PEREIRA, C. *et al.* A sustainable approach based on the use of unripe grape frozen musts to modulate wine characteristics as a proof of concept. *Beverages*, v. 8, n. 4, p. 79, 2022.

PERRA, M. *et al.* A green and cost-effective approach for the efficient conversion of grape byproducts into innovative delivery systems tailored to ensure intestinal protection and gut microbiota fortification. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 80, 2022.

PERRA, M. *et al.* Application of pressurized liquid extraction to grape by-products as a circular economy model to provide phenolic compounds enriched ingredient. *Journal of Cleaner Production*, v. 402, p. 136712, 2023.

PERRA, M. *et al.* Combining different approaches for grape pomace valorization: polyphenols extraction and composting of the exhausted biomass. *Sustainability*, v. 14, n. 17, p. 10690, 2022.

RACHÃO, S. A. S.; *et al.* Food-and-wine experiences towards co-creation in tourism. *Tourism Review*, v. 76, n. 5, p. 1050-1066, 2021.

ROCHA, C. P. V. da; NODARI, E. S. Notes on wine growing and the Circular Economy in the context of intensifying climate change. *Vibrant: Virtual Brazilian Anthropology*, v. 20, p. 1-13, 2023.

RODRÍGUEZ-RAMOS, F.; CAÑAS-SARAZÁ, R.; BRIONES-LABARCA, V. Pisco grape pomace: iron/copper speciation and antioxidant properties, towards their comprehensive utilization. *Food Bioscience*, v. 47, p. 101781, 2022.

SABANDO-FRAILE, Celia *et al.* Applying circular economy principles and life cycle assessment: a novel approach using vine shoots waste for cadmium removal from water. *Science of The Total Environment*, v. 926, p. 171947, 2024.

SCARPONI, P.; *et al.* *Chlorella vulgaris* growth batch tests using winery waste digestate as promising raw material for biodiesel and stearin production. *Waste Management*, v. 136, p. 266–272, 2021.

SCARPONI, P.; *et al.* Coupling anaerobic co-digestion of winery waste and waste activated sludge with a microalgae process: optimization of a semi-continuous system. *Waste Management*, v. 174, p. 300–309, 2024.

SERRA, Manuel; *et al.* Promoting Sustainability through Regional Food and Wine Pairing. *Sustainability*, v. 13, n. 24, p. 13759, 2021.

SILLERO, Leonor; SOLERA, Rosario; PÉREZ, Montserrat. Effect of the hydraulic retention time on the acidogenic fermentation of sewage sludge, wine vinasse and poultry manure for biohydrogen production. *Biomass and Bioenergy*, v. 167, p. 106643, 2022.

SILLERO, Leonor; SOLERA, Rosario; PÉREZ, Montserrat. Thermophilic-mesophilic temperature phase anaerobic co-digestion of sewage sludge, wine vinasse and poultry manure: effect of hydraulic retention time on mesophilic-methanogenic stage. *Chemical Engineering Journal*, v. 451, p. 138478, 2023.

SILLERO, L.; SOLERA, R.; PEREZ, M. Effect of temperature on biohydrogen and biomethane production using a biochemical potential test with different mixtures of sewage sludge, vinasse and poultry manure. *Journal of Cleaner Production*, v. 382, p. 135237, 2023.

SILLERO, Leonor; SOLERA, Rosario; PEREZ, Montserrat. Improvement of the anaerobic digestion of sewage sludge by co-digestion with wine vinasse and poultry manure: effect of different hydraulic retention times. *Fuel*, v. 321, p. 124104, 2022.

SILLERO, Leonor; PEREZ, Montserrat; SOLERA, Rosario. Temperature-phased enhanced the single-stage anaerobic co-digestion of sewage sludge, wine vinasse and poultry manure: perspectives for the circular economy. *Fuel*, v. 331, p. 125761, 2023.

SILLERO, Leonor; *et al.* Techno-economic analysis of single-stage and temperature-phase anaerobic co-digestion of sewage sludge, wine vinasse, and poultry manure. *Journal of Environmental Management*, v. 325, p. 116419, 2023.

SILVA, C. M. S. da *et al.* Pyrolysis of grape bagasse to produce char for Cu(II) adsorption: a circular economy perspective. *Biomass Conversion and Biorefinery*, v. 14, n. 3, 2022.

SODHI, G. K. *et al.* Waste to wealth: microbial-based valorization of grape pomace for nutraceutical, cosmetic, and therapeutic applications to promote circular economy. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 188, p. 1464–1478, 2024.

STEFANO, Vita di; *et al.* Polyphenol characterization and antioxidant activity of grape seeds and skins from Sicily: a preliminary study. *Sustainability*, v. 14, n. 11, p. 6702, 2022.

STEFANO, Vita di; *et al.* Fatty acids and triacylglycerols profiles from Sicilian (cold pressed vs. Soxhlet) grape seed oils. *Sustainability*, v. 13, n. 23, p. 13038, 2021.

SUFFO, Miguel *et al.* An innovative polypropylene/waste cork composite material for spirit and wine stopper caps. *Applied Sciences*, v. 14, n. 7, p. 3014, 2024.

TACCHINI, Massimo; *et al.* Chemical characterisation, antioxidant and antimicrobial screening for the revaluation of wine supply chain by-products oriented to circular economy. *Plant Biosystems*, v. 153, n. 6, p. 809–816, 2019.

TAPIA-UBEDA, Francisco J.; MUGA, José A. Isbej; POLANCO-LAHOZ, Diego A. Greening factor framework integrating sustainability, green supply chain management, and circular economy: the Chilean case. *Sustainability*, v. 13, n. 24, p. 13575, 2021.

TENA, M.; PEREZ, M.; SOLERA, R. Benefits in the valorization of sewage sludge and wine vinasse via a two-stage acidogenic-thermophilic and methanogenic-mesophilic system based on the circular economy concept. *Fuel*, v. 296, p. 120654, 2021.

TINCU, Robert; *et al.* Dye removal from wastewaters using grape seed residues. *Revue Roumaine de Chimie*, v. 66, n. 2, p. 185–192, 2021.

TRIGO, A.; SILVA, P. Sustainable development directions for wine tourism in Douro wine region. *Sustainability*, v. 14, n. 7, p. 3949, 2022.

TSOUKO, E. *et al.* A sustainable bioprocess to produce bacterial cellulose (BC) using waste streams from wine distilleries and the biodiesel industry: evaluation of BC for adsorption of phenolic compounds, dyes, and metals. *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*, v. 17, n. 1, 2024.

UMSZA-GUEZ, M. A.; *et al.* Enhancing anthocyanin extraction from wine lees: a comprehensive ultrasound-assisted optimization study. *Antioxidants*, v. 12, n. 12, p. 2074, 2023.

VARAVALLO, G.; *et al.* Tree-based model for achieving environmental impact neutrality: a case study application in the agrifood sector. *Corporate Social Responsibility And Environmental Management*, v. 31, n. 6, p. 5557-5573, 2024.

VENTURI, Francesca; *et al.* “CANTINA 5.0”—A Novel, Industry 5.0-Based Paradigm Applied to the Winemaking Industry in Italy. *Applied Sciences*, v. 14, n. 11, p. 4777, 2024.

VUKULIĆ, J. L. *et al.* Conversion of problematic winery waste into valuable substrate for baker’s yeast production and solid biofuel: a circular economy approach. *Food Technology and Biotechnology*, v. 61, n. 4, p. 430–438, 2023.

ZAMBON, Ilaria; *et al.* Rethinking Sustainability within the Viticulture Realities Integrating Economy, Landscape and Energy. *Sustainability*, v. 10, n. 2, p. 320, 2018.

ZEMNI, Hassène; *et al.* Grape marc skin valorization: from waste to valuable polyphenol source. *Chemistry Africa*, v. 7, n. 2, p. 765–776, 2023.