

LEVEDURAS SELVAGENS NA PRODUÇÃO DE VINHOS: EXPLORAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Data de aceite: 01/02/2024

Luíza Brito Campos

Universidade Federal de Viçosa - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos.
Viçosa - MG.
<http://lattes.cnpq.br/9702385152473372>
<https://orcid.org/0000-0001-7415-7623>

RESUMO: A presença do vinho na história humana, estendendo-se por cerca de 7.000 anos, transcende sua natureza como bebida alcoólica. Desempenhando um papel vital em diversas culturas, tornou-se símbolo de celebração e união social. Além das raízes culturais, o vinho assume relevância econômica crucial, prosperando em regiões dedicadas à viticultura, gerando redes interconectadas e impulsionando o turismo. Apesar da longa história e influência global, o vinho oferece oportunidades não exploradas, especialmente na microbiologia e fermentação. A diversidade de leveduras selvagens em diferentes regiões influencia a qualidade e as características sensoriais do vinho. Estudar essas regiões pode revelar leveduras nativas com características enológicas distintas, mantendo as características locais. A região de Catas Altas, Brasil, reconhecida por tradições

vinícolas, mantinha muitos aspectos não documentados. Explorar a diversidade microbiana dessa região poderia resultar em inovações na produção de vinho, contribuindo para o avanço científico e aprimorando a qualidade dos vinhos locais. A co-fermentação de leveduras selvagens emerge como estratégia promissora. Inoculação simultânea ou sequencial de diferentes cepas desencadeia a produção de compostos únicos durante a fermentação. Em conclusão, a incorporação de leveduras selvagens oferece oportunidades para diversificar sabores. Com isso, o vinho, para além de sua relevância cultural, econômica e social, mantém-se como um terreno promissor para inovações, especialmente em regiões que ainda não foram totalmente exploradas.

PALAVRAS-CHAVE: Produção de vinho, Enologia, Terroir, Diversidade Microbiana, Inovação Enológica.

WILD YEAST IN WINE PRODUCTION: EXPLORATION FOR THE DEVELOPMENT OF NEW PRODUCTS

ABSTRACT: The presence of wine in human history, spanning approximately 7,000 years, transcends its nature as an alcoholic beverage. Playing a vital role in various cultures, it has become a symbol of celebration and social unity. Beyond cultural roots, wine assumes crucial economic relevance, thriving in regions dedicated to viticulture, creating interconnected networks, and driving tourism. Despite its long history and global influence, wine offers unexplored opportunities, especially in microbiology and fermentation. The diversity of wild yeasts in different regions influences the quality and sensory characteristics of wine. Studying these regions can reveal native yeasts with distinct oenological characteristics, preserving local traits. The region of Catas Altas, Brazil, recognized for its winemaking traditions, had many undocumented aspects. Exploring the microbial diversity of this region could result in innovations in wine production, contributing to scientific advancement and enhancing the quality of local wines. Co-fermentation of wild yeasts emerges as a promising strategy. Simultaneous or sequential inoculation of different strains triggers the production of unique compounds during fermentation. In conclusion, the incorporation of wild yeasts offers opportunities to diversify flavors. In light of this, wine, extending beyond its cultural, economic, and social importance, continues to stand as a promising frontier for innovations, especially in regions that remain largely unexplored.

KEYWORDS: Wine production, Oenology, Terroir, Microbial diversity, Enological innovation.

INTRODUÇÃO

Com uma presença na história humana que se estendia por cerca de 7.000 anos, o vinho transcendia sua simples natureza como uma bebida alcoólica para se tornar uma mercadoria de inestimável valor estratégico, econômico e social (Gómez *et al.*, 2019). Ao longo dos milênios, o vinho desempenhou um papel vital nas culturas de diversas civilizações, consolidando-se como um símbolo de celebração, espiritualidade e união social. Sua produção e apreciação não só alimentaram tradições enogastronômicas ricas, mas também permearam as expressões artísticas, literárias e culturais de sociedades ao redor do mundo (Andrade-Suárez *et al.*, 2020).

Para além de suas raízes culturais, o vinho assumiu um papel de importância econômica crucial. Regiões inteiras prosperaram em torno da viticultura e da produção de vinho, criando uma rede interconectada de vinícolas, agricultores e empresas relacionadas. Essas regiões frequentemente se transformaram em destinos turísticos, atraindo visitantes de todo o mundo, contribuindo significativamente para as economias locais e facilitando a troca cultural (Onofri *et al.*, 2022).

No entanto, apesar da longa e rica história do vinho e da influência duradoura que ele exerceu nas culturas globais, ainda existiam possibilidades não exploradas. Isso era especialmente verdadeiro ao considerar o potencial de inovação nas áreas de microbiologia e fermentação (Liu *et al.*, 2020). A diversidade de leveduras selvagens presentes em diferentes

regiões geográficas podia influenciar significativamente a qualidade e as características sensoriais do vinho resultante. Aprofundar o estudo dessas regiões podia revelar leveduras nativas com características enológicas distintas, capazes de imprimir ao vinho uma paleta diversificada de aromas, sabores e perfis sensoriais. A utilização dessas leveduras nativas na produção vinícola oferecia a garantia de manutenção das características locais e a oportunidade de criar vinhos premium, que, por sua singularidade, podiam elevar essas regiões no cenário global e enriquecer sua reputação na indústria do vinho (Carlin *et al.*, 2019). Além disso, o conceito de co-fermentação de leveduras selvagens de diferentes regiões emergia como uma estratégia promissora para criar novas bebidas fermentadas. Essa técnica envolvia a inoculação simultânea ou sequencial de diferentes cepas, ou espécies microbianas, desencadeando a produção de compostos únicos resultantes da interação entre os microrganismos durante a fermentação (Forino *et al.*, 2020).

A região de Catas Altas, no Brasil, era reconhecida por suas tradições vinícolas. No entanto, apesar de sua relevância para a economia local e nacional, muitos aspectos dessas regiões, como suas matérias-primas, processos de produção e produtos, permaneciam não documentados ou estudados. O conhecimento oculto nessas regiões representava um potencial inexplorado, uma área que, se devidamente pesquisada e compreendida, podia resultar na produção de novos produtos na indústria do vinho. Portanto, esta pesquisa visou explorar a diversidade microbiana da região vinícola de Catas Altas, investigando as potenciais oportunidades de inovação na produção de vinho. Considerando o impacto cultural, econômico e social do vinho, nossa investigação visou contribuir para o avanço do conhecimento científico nesta área e elevar ainda mais a qualidade e a diversidade dos vinhos produzidos nessas diferentes regiões (Fontana *et al.*, 2019).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

História e significado do vinho

A história do vinho remonta há tempos pré-históricos, com as evidências mais antigas de produção datando de cerca de 7000 a.C., na região da Mesopotâmia, correspondente ao atual Iraque. Civilizações antigas, como os sumérios, egípcios e babilônios, reconheciam o valor do vinho e o incorporavam em suas vidas diárias e rituais religiosos, considerando-o uma dádiva divina e um elixir de saúde (Harutyunyan *et al.*, 2022).

O vinho continuou a desempenhar um papel significativo nas culturas grega e romana, onde era apreciado tanto por suas propriedades organolépticas quanto por seu significado cultural. A produção de vinho prosperou durante o Império Romano, que estabeleceu vinhas em toda a Europa. Durante a Idade Média, os mosteiros europeus assumiram a responsabilidade de preservar a tradição da produção de vinho, usando-o em rituais religiosos e mantendo o conhecimento da viticultura e vinificação (Pratt *et al.*, 2021).

Este produto, também desempenha um papel essencial na gastronomia regional. Em muitas culturas, ele é usado para realçar os sabores de pratos típicos e complementar refeições, criando uma experiência sensorial. Dessa forma, a indústria do vinho é um motor econômico significativo em muitas regiões. (Crespi-Vallbona *et al.*,2020). Onde também detém um papel fundamental na economia, gerando empregos diretos e indiretos em todo o mundo. Além da produção de vinho em si, essa indústria abrange atividades como viticultura, enologia, distribuição, turismo enológico e restaurantes especializados em vinho. Essas áreas interligadas proporcionam uma ampla gama de oportunidades de emprego, desde agricultores e trabalhadores de vinícolas até *sommeliers* e profissionais de *marketing*. O vinho também impulsiona o turismo, atraindo visitantes para regiões vinícolas, beneficiando não apenas a indústria do vinho, mas também hotéis, restaurantes e lojas locais. No contexto econômico em que o vinho se posiciona como um ativo de relevância, é de suma importância aprofundar-se na diferença entre vinificação natural e métodos industriais. Enquanto a economia vinícola se beneficia da eficiência proporcionada por técnicas industriais, como a seleção controlada de leveduras e a uniformidade resultante, a ascensão do vinho selvagem destaca uma abordagem menos convencional, priorizando a fermentação espontânea e a expressão singular do *terroir* (Novotíná *et al.*, 2019).

A distinção entre vinho selvagem e vinho industrial reside nos métodos distintos de vinificação, refletindo abordagens contrastantes na manipulação da fermentação e no controle do processo. O vinho selvagem, caracterizado pela vinificação natural, utiliza leveduras endógenas presentes na uva e no ambiente, permitindo uma fermentação espontânea. Em contrapartida, o vinho industrial adota práticas mais controladas. Leveduras selecionadas são introduzidas para garantir uma fermentação consistente, enquanto o processo é estritamente regulado em termos de temperatura e aditivos. Este enfoque visa a uniformidade na produção em larga escala, proporcionando estabilidade e previsibilidade nos resultados. Na Figura 1 abaixo, um fluxograma que delinea o processo detalhado de produção industrial de vinho tinto, branco e espumante, contrastando com a abordagem mais espontânea e não convencional do vinho selvagem. Estes indicados na Figura 2.

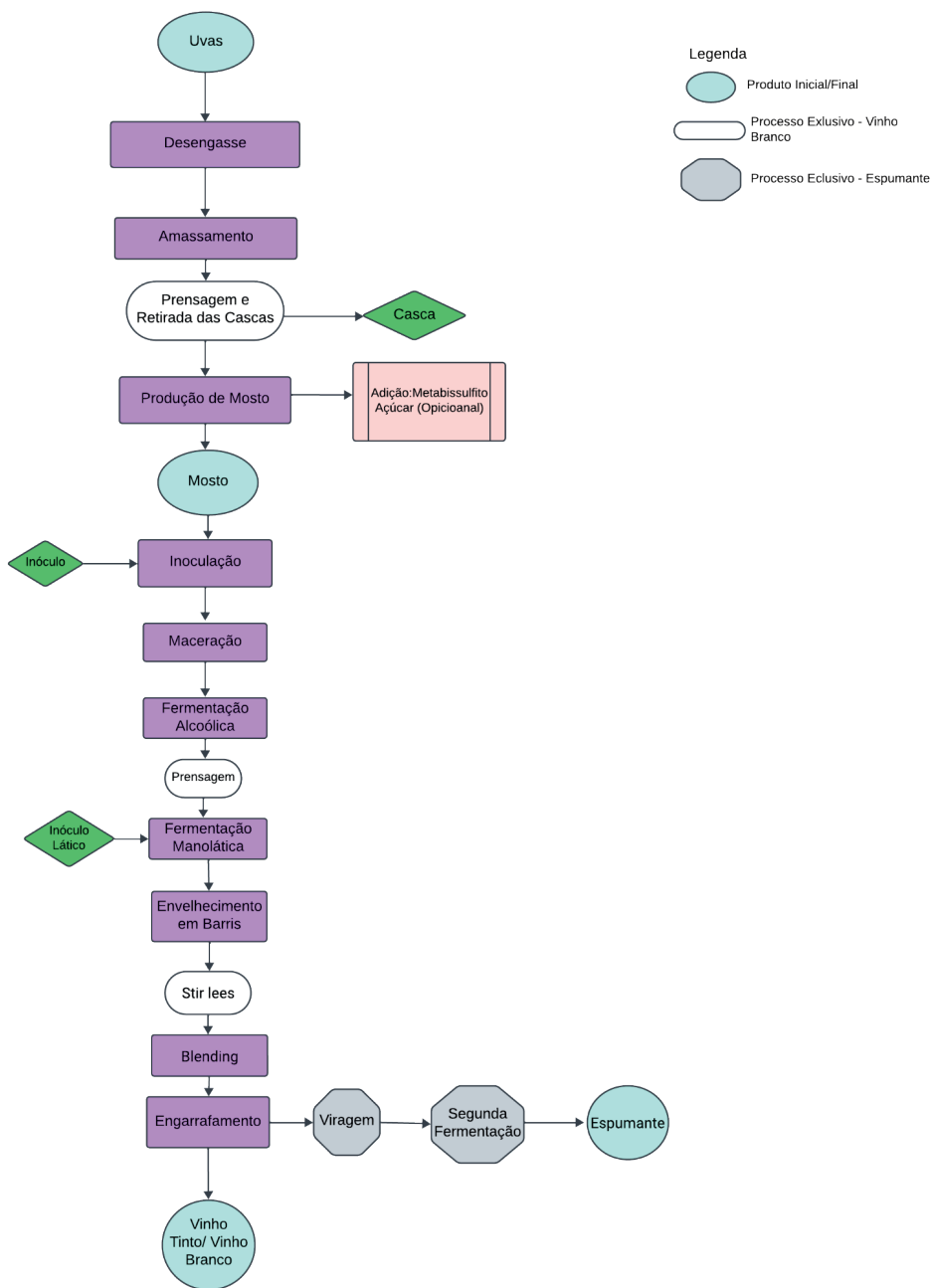


Figura 1. Fluxograma de Produção de Vinho Tinto, Branco e Espumante.

Fonte. Autor, 2023

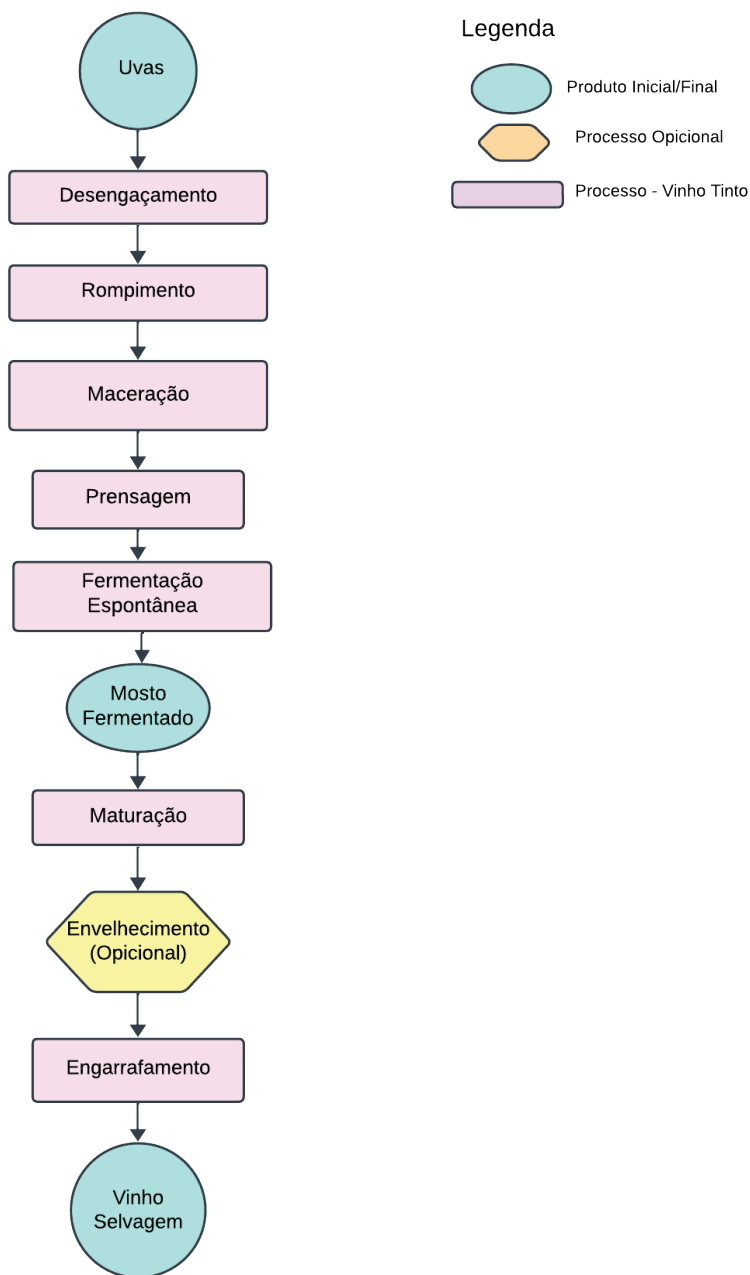


Figura 2. Fluxograma de Produção de Vinho Selvagem

Fonte. Autor, 2023

Potencial de inovação na região de Catas Altas

A região de Catas Altas, localizada no estado de Minas Gerais, Brasil, está emergindo como um destino vinícola distinto com características singulares. Sua história vinícola é relativamente jovem em comparação com regiões europeias tradicionais, mas suas oportunidades de crescimento e inovação são significativas. Em termos históricos, a produção de vinho em Catas Altas remonta há algumas décadas, mas ganhou destaque recentemente. Sua ascendência na produção de vinhos finos é notável, uma vez que a região tem explorado seu *terroir* específico com altitudes elevadas e solos ricos em minerais. O clima subtropical de altitude, caracterizado por amplitudes térmicas significativas entre o dia e a noite, contribui para o amadurecimento lento e equilibrado das uvas. Assim, a indústria vinícola de Catas Altas tem se especializado na produção de variedades viníferas como *Syrah*, *Cabernet Sauvignon*, *Merlot* e *Chardonnay*. No entanto, identificar as lacunas de conhecimento nas variedades de uvas mais adequadas ao *terroir* local é uma área de pesquisa em evolução. Isso pode levar à descoberta de uvas autóctones que prosperam nas condições específicas de Catas Altas. Em termos de inovação, a região está investindo na modernização de suas vinícolas e na implementação de práticas de vinificação de alta qualidade. A sustentabilidade ambiental é uma preocupação crescente, com a possibilidade de adotar técnicas de agricultura orgânica e de minimização de resíduos. Além disso, a exploração de métodos de vinificação mais modernos, como a fermentação controlada por temperatura e a utilização de barricas de carvalho, pode elevar a qualidade e a complexidade dos vinhos produzidos em Catas Altas (Ferreira *et al.*, 2017).

Microbiota endógena de vinhos selvagens

A microbiota enológica compreende uma complexa comunidade de microrganismos que desempenham um papel essencial nos processos de fermentação e maturação do vinho. Além das leveduras, inclui bactérias lácticas, acéticas e outros fungos, cada um contribuindo de maneira específica para a evolução do vinho (Qiu *et al.*, 2021).

As leveduras são os protagonistas, transformando os açúcares presentes no mosto em álcool e dióxido de carbono. A espécie de levedura *Saccharomyces cerevisiae* é frequentemente usada na fermentação controlada, mas em vinificações naturais ou espontâneas, uma ampla variedade de leveduras selvagens também pode estar envolvida, adicionando complexidade ao perfil aromático e de sabor do vinho (Li *et al.*, 2019).

A indústria vinícola, historicamente fundamentada em métodos tradicionais e na predominância de leveduras convencionais, está atravessando uma revolução marcante com a incorporação de leveduras não convencionais e outros microrganismos inovadores no processo de fermentação. Entre os gêneros primários adotados, incluem-se *Brettanomyces* spp., *Hanseniaspora* spp., *Pichia* spp., além de microrganismos emergentes como *Torulaspora delbrueckii*, *Lachancea thermotolerans*, e *Metschnikowia pulcherrima*. Esses

microrganismos desencadeiam uma cascata metabólica resultando na produção de uma variedade de compostos, tais como ésteres, fenóis, terpenos, glicoconjugados, e derivados tiólicos, conferindo propriedades sensoriais distintas aos vinhos, suscetíveis a manipulação específica pelos enólogos (Guzzon *et al.*, 2018).

Fermentos comerciais, baseados em leveduras não-*Saccharomyces*, têm se destacado como catalisadores na transformação da vinificação moderna. Essas cepas não convencionais são estrategicamente empregadas para modular e aprimorar os perfis sensoriais dos vinhos de forma precisa e controlada. A co-inoculação sinérgica de leveduras não-*Saccharomyces*, como *Torulaspora delbrueckii*, com a *Saccharomyces cerevisiae*, representa uma estratégia eficaz para ampliar a complexidade aromática dos vinhos. Essa abordagem resulta na síntese de metabólitos secundários, tais como ésteres e terpenos, contribuindo para características sensoriais frutadas e florais (Rollero *et al.*, 2021).

Em regiões vinícolas onde a acidez é um fator crítico, a integração de leveduras não-*Saccharomyces*, como a *Lachancea thermotolerans*, tem apresentado notável capacidade de metabolizar o ácido málico, promovendo a redução da acidez total dos vinhos e, conseqüentemente, otimizando o equilíbrio ácido-base. Além disso, cepas específicas de leveduras não-*Saccharomyces*, como a *Metschnikowia pulcherrima*, têm demonstrado habilidade para produzir polissacarídeos durante a fermentação, conferindo melhorias significativas à estrutura e textura dos vinhos, particularmente em vinhos brancos, proporcionando uma sensação de viscosidade mais pronunciada. Em resposta a uma crescente demanda por vinhos de menor teor alcoólico, algumas cepas de leveduras não-*Saccharomyces* são empregadas para fermentar açúcares parcialmente, resultando em uma redução efetiva do teor alcoólico, uma característica altamente desejada em vinhos mais leves e equilibrados (Oro *et al.*, 2019).

Em síntese, a estratégia de implementação de leveduras e microrganismos inovadores no processo fermentativo assume um papel proeminente na moldagem das características dos vinhos (Larroque *et al.*, 2020). Essa abordagem representa um ponto de inflexão na indústria vinícola contemporânea, à medida que a busca por vinhos distintos e naturais, ganha impulso. Os avanços em sequenciamento genético têm sido fundamentais para aprofundar a pesquisa sobre leveduras não convencionais, permitindo uma análise detalhada de seus genomas e características funcionais. Essas informações são importantes para a identificação, isolamento e cultivo dirigido de cepas específicas, contribuindo para uma abordagem mais precisa e personalizada na produção de vinho (Esteves *et al.*, 2019).

A diversidade de leveduras na microbiota endógena é influenciada por fatores geográficos, climáticos e culturais. Regiões vinícolas em diferentes partes do mundo abrigam populações características de leveduras selvagens, e até mesmo vinhas individuais podem ter microbiotas distintas. Por exemplo, regiões com climas mais frios podem abrigar leveduras que se adaptaram a temperaturas mais baixas, enquanto regiões

mais quentes podem ter leveduras mais resistentes ao calor. A composição do solo, a flora nativa e as práticas agrícolas também desempenham um papel na diversidade da microbiota (Aouizerat *et al.*, 2019).

Uma das principais contribuições para a diversidade de vinhos disponíveis no mercado é dada pela variedade de leveduras selvagens em diferentes regiões geográficas. Assim, a influência das leveduras selvagens é tão profunda que alguns produtores optam por não realizar inoculação com leveduras comerciais, permitindo que a microbiota local dirija a fermentação. Resultando em vinhos que refletem as características do solo e do clima da região em que as leveduras foram coletadas (Mozzachiodi *et al.*, 2022).

Co-fermentação de leveduras na produção de bebidas

A co-fermentação é uma estratégia que tem ganhado destaque na produção de bebidas fermentadas, como vinho, cerveja, sidra, e até mesmo bebidas destiladas, como uísque e rum (Su *et al.*, 2021). Desse modo, a co-fermentação é uma abordagem que envolve a introdução de diferentes cepas de leveduras, bactérias ou outros microorganismos em uma matriz líquida contendo açúcares fermentáveis. Esses microrganismos podem ser inoculados simultaneamente, onde todas as cepas são adicionadas ao mosto ao mesmo tempo, ou sequencialmente, onde diferentes cepas são adicionadas em momentos específicos durante o processo de fermentação (Zabukovec *et al.*, 2020).

A escolha das cepas ou espécies microbianas a serem usadas na co-fermentação depende do produto desejado e das características sensoriais pretendidas. Por exemplo, em vinificação, a co-fermentação de diferentes variedades de uvas ou a co-fermentação de uvas com outras frutas pode ser realizada para criar vinhos diferenciados. A interação entre as diferentes cepas microbianas durante o processo de co-fermentação resulta na produção de compostos complexos, que contribuem para uma ampla gama de aromas e sabores. Essa complexidade sensorial torna as bebidas mais interessantes e sofisticadas, atraindo paladares mais exigentes. Além disso, a co-fermentação permite a obtenção de equilíbrio e harmonia sensorial que pode ser desafiador de alcançar em fermentações individuais. Essa harmonização sensorial é particularmente valiosa na produção de bebidas como vinho e cerveja, onde diferentes cepas microbianas podem contribuir com características distintas. O resultado é um produto final que combina e realça o melhor de cada componente (Hu *et al.*, 2017).

A técnica também oferece controle sobre a acidez e o perfil de aroma. Em alguns casos, a co-fermentação pode ser usada para converter ácidos indesejados em ácidos mais suaves, tornando a bebida mais equilibrada e agradável ao paladar. Além disso, devido à possibilidade de desenvolver aromas e sabores, criando uma assinatura sensorial distinta que diferencia o produto no mercado. Por fim, a co-fermentação impulsiona a inovação na indústria de bebidas fermentadas e diversifica a gama de produtos disponíveis.

Produtores têm a liberdade de experimentar com diferentes combinações de ingredientes e cepas microbianas, resultando em bebidas exclusivas que atendem às demandas dos consumidores em busca de experiências sensoriais novas. Sendo uma técnica que eleva a qualidade e a diversidade das bebidas fermentadas, enriquecendo sua complexidade sensorial, equilíbrio, e perfil de aroma (Borsellino *et al.*,2020).

METODOLOGIA

Foram utilizados como base de dados para esta revisão : Elsevier, MDPI, Google Acadêmico, Periódicos CAPES, Springer, MDPI, Pubmed , buscando com os seguintes termos: *Wine, Viticulture, Fermentation, Wild yeast, Wine production, Oenology, Terroir, Microbial diversity, Enological innovation and Co-fermentation techniques.*

CONCLUSÃO

A incorporação de leveduras selvagens, tanto em co-fermentações quanto em processos de vinificação convencionais, representa uma oportunidade substancial para enriquecer os produtos finais com uma ampla gama de sabores distintos e características únicas. Contudo, é crucial ressaltar que o manejo e a estabilidade desse processo podem apresentar desafios, demandando uma atenção, conhecimento e controle mais aprofundados por parte dos produtores.

REFERÊNCIAS

AOUIZERAT, T., GUTMAN, I., PAZ, Y., MAEIR, A., GADOT, Y., GELMAN, D., SZITENBERG, A., DRORI, E., PINKUS, A., SCHOEMANN, M., KAPLAN, R., BEN-GEDALYA, T., COPPENHAGEN-GLAZER, S., REICH, E., SARAGOVÍ, A., LIPSCHITS, O., KLUTSTEIN, M., & HAZAN, R. **Isolation and Characterization of Live Yeast Cells from Ancient Vessels as a Tool in Bio-Archaeology.** *mBio*, 2019. <https://doi.org/10.1128/mBio.00388-19>.

ANDRADE-SUÁREZ, M., & CAAMAÑO-FRANCO, Í. **The Relationship between Industrial Heritage, Wine Tourism, and Sustainability: A Case of Local Community Perspective.** *Sustainability*, 2020. <https://doi.org/10.3390/su12187453>.

BORSELLINO, V., VARIA, F., ZINNANTI, C., & SCHIMMENTI, E. **The Sicilian cooperative system of wine production.** *International Journal of Wine Business Research*, 2020. <https://doi.org/10.1108/ijwbr-10-2018-0062>.

CARLIN, S., MATTIVI, F., DURANTINI, V., DALLEDDONNE, S., & ARAPITSAS, P. **Flint glass bottles cause white wine aroma identity degradation.** *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2021. <https://doi.org/10.1073/pnas.2121940119>.

CRESPÍ-VALLBONA, M., & MASCARILLA-MIRÓ, Ò. **Wine lovers: their interests in tourist experiences.** *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, 2020. <https://doi.org/10.1108/ijcthr-05-2019-0095>.

ESTEVES, M. C., BARBOSA, I., VASCONCELOS, M., TAVARES, A., MENDES-FAIA, N. P. M., MENDES-FERREIRA, A. **Characterizing the Potential of the Non-Conventional Yeast *Saccharomyces ludwigii* UTAD17.** *Winemaking. Microorganisms*, v.7, 2019. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7110478>.

FERREIRA, S., BEZERRA, M., SANTOS, A., SANTOS, W., NOVAES, C., OLIVEIRA, O., OLIVEIRA, M., & GARCIA, R. **Atomic absorption spectrometry – A multi element technique.** *Trends in Analytical Chemistry*, 2017. <https://doi.org/10.1016/J.TRAC.2017.12.012>.

FORINO, M., GAMBUTI, A., LUCIANO, P., & MOIO, L. **Malvidin-3- O-glucoside Chemical Behavior in the Wine pH Range.** *Journal of agricultural and food chemistry*, 2020. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05895>.

GOMEZ, L., CHRISTOPHE RUSNIOK, ROLANDO, M., NEOU, M., DERVINS-RAVAULT, D., DEMIRTAS, J., ... BUCHRIESER, C. **Comparative analyses of Legionella species identifies genetic features of strains causing Legionnaires' disease.** *Genome Biology.com (London. Print)*, 2019. <https://doi.org/10.1186/preaccept-1086350395137407>.

GUZZON, R., LARCHER, R., ROSA GUARCELLO, N., FRANCESCA, L., SETTANNI, MOSCHETTI, G. **Spoilage potential of *Brettanomyces bruxellensis* strains isolated from Italian wines.** *Food research international*, v. 105, p. 668-677, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.078>.

HARUTYUNYAN, M., & MALFEITO-FERREIRA, M. **Historical and Heritage Sustainability for the Revival of Ancient Wine-Making Techniques and Wine Styles.** *Beverages*, 2022. <https://doi.org/10.3390/beverages8010010>.

HU, Y., ZHU, Z., NIELSEN, J., & SIEWERS, V. **Heterologous transporter expression for improved fatty alcohol secretion in yeast.** *Metabolic engineering*, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ymben.2017.11.008>.

LI, Y., & LU, Y. **BLASTP-ACC: Parallel Architecture and Hardware Accelerator Design for BLAST-Based Protein Sequence Alignment.** *IEEE Transactions on Biomedical Circuits and Systems*, 2019, 13, 1771-1782. <https://doi.org/10.1109/TBCAS.2019.2943539>.

LIU, D., CHEN, Q., ZHANG, P., CHEN, D., & HOWELL, K. **The Fungal Microbiome Is an Important Component of Vineyard Ecosystems and Correlates with Regional Distinctiveness of Wine.** *mSphere*, 2020. <https://doi.org/10.1128/mSphere.00534-20>.

MOZZACHIODI, S., BAI, F., BALDRIAN, P., BELL, G., BOUNDY-MILLS, K., BUZZINI, P., ČADEŽ, N., RIFFO, F., DASHKO, S., DIMITROV, R., FISHER, K., GIBSON, B., GOULIAMOVA, D., GREIG, D., HEISTINGER, L., HITTINGER, C., JECMENICA, M., KOUFOPANOU, V., LANDRY, C., MAŠINOVÁ, T., NAUMOVA, E., OPULENTE, D., PEÑA, J., PETROVIČ, U., TSAI, I., TURCHETTI, B., VILLARREAL, P., YURKOV, A., LITI, G., & BOYNTON, P. **Yeasts from temperate forests.** *Yeast*, 2022. <https://doi.org/10.1002/yea.3699>.

NOVOTNÁ, J., & NOVOTNÝ, L. **Industrial clusters in a post-socialist country: The case of the wine industry in Slovakia.** *Moravian Geographical Reports*, 2019. <https://doi.org/10.2478/mgr-2019-0006>.

ONOFRI, L. **A Note on the Economics of Fruit Wines: State of the Arts and Research Gaps.** *Horticulturae*, 2021. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020163>.

ORO, L., CANONICO, L., VALENTINA, M. M., CIANI COMITINI. **Occurrence of *Brettanomyces bruxellensis* on Grape Berries and in Related Winemaking Cellar.** *Frontiers in Microbiology*, v.10, 2019. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00415>.

PRATT, C. **Oil, Wine, and the Cultural Economy of Ancient Greece.** 2021. <https://doi.org/10.1017/9781108891165>.

QIU, X., YU, L., WANG, W., YAN, R., ZHANG, Z., YANG, H., ZHU, D., & ZHU, B. **Comparative Evaluation of Microbiota Dynamics and Metabolites Correlation Between Spontaneous and Inoculated Fermentations of Nanfeng Tangerine Wine.** *Frontiers in Microbiology*, 2021. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.649978>.

ROLLER, S. A., BLOEM, J., BRAND, A., ORTIZ-JULIEN, C., CAMARASA, B. DIVOL. **Nitrogen metabolism in three non-conventional wine yeast species: A tool to modulate wine aroma profiles.** *Food microbiology*, v. 94 2021. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2020.103650>.

SU, Y., SEGUINOT, P., SANCHEZ, I., ORTIZ-JULIEN, A., HERAS, J., QUEROL, A., CAMARASA, C., & GUILLAMÓN, J. **Nitrogen sources preferences of non-Saccharomyces yeasts to sustain growth and fermentation under winemaking conditions.** *Food microbiology*, 2021. <https://doi.org/10.1016/J.FM.2019.103287>.

ZABUKOVEC, P., ČADEŽ, N., & ČUŠ, F. **Isolation and Identification of Indigenous Wine Yeasts and Their Use in Alcoholic Fermentation.** *Food Technology and Biotechnology*, 2020. <https://doi.org/10.17113/ftb.58.03.20.6677>.