



TERROIR E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA REVISÃO SOBRE TRADIÇÃO E TECNOLOGIA NA VITIVINICULTURA

Eixo temático – Inteligência Artificial e Inteligência Humana: diálogos possíveis

Cláudia Alberici Stefenon¹, Henrique Marafiga Martins²

Resumo

A vitivinicultura engloba todas as etapas do processo de produção de uvas até a obtenção de diferentes produtos dela oriundos, desde o estudo do local de cultivo da videira à seleção de técnicas de elaboração, contemplando aspectos culturais, socioeconômicos e ambientais. O conceito de *Terroir* faz parte deste universo e une tecnologia e arte através da interação entre o meio natural e os fatores humanos, ou seja, entre aspectos como clima, solo e relevo e as escolhas realizadas pelo homem com base em conhecimentos e técnicas presentes naquele ambiente. O termo Inteligência Artificial (IA) é muito amplo e rico, podendo ser definido de forma abrangente como uma "família de tecnologias" que pode reconhecer, analisar, agir, aprender e demonstrar recursos aprimorados da inteligência humana. Neste contexto, os avanços em IA estão transformando rapidamente a agricultura, incluindo toda a cadeia de valor da vitivinicultura. Este artigo apresenta uma revisão de literatura sobre o estado da arte dos benefícios e desafios da IA neste cenário, visando uma ampla discussão sobre como a análise de dados pode gerar de forma rápida e eficiente, soluções de amplo espectro e fácil implementação, que garantam lucratividade no negócio, sustentabilidade ambiental e preservação do patrimônio cultural desta atividade que faz parte do saber fazer humano a milênios.

Palavras-chave: *Terroir*, Inteligência Artificial, Videiras, Vinhos, Cultura.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

1. INTRODUÇÃO

O nascimento da vitivinicultura é desconhecido, visto que não se pode determinar com precisão o lugar e a época em que o vinho foi elaborado pela primeira vez. Fósseis de sementes de uvas foram encontradas em escavações feitas em Çatal Hüyük (Turquia), Damasco (Síria), Biblos (Líbano) e na Jordânia, datadas do período da Idade da Pedra, também conhecido como neolítico B, ou seja, aproximadamente 8 mil anos a.C. (JOHNSON, 2009). Testes de carbono e análises de DNA não contradizem a teoria de que o vinho, elaborado a partir da fermentação das uvas, provavelmente surgiu há cerca de 7 mil anos a.C., na região do Cáucaso, na Ásia Menor. Através das migrações e trocas comerciais entre os povos, o vinho ganhou destaque em culturas como o Antigo Egito, Fenícia, Grécia e Roma, chegando até nós, sobretudo, através da importância da bebida na cultura judaico-cristã (MANESSIS, 2000; JONHSON & ROBSON, 2019).

Seguindo a história, a palavra *terroir* surgiu em 1229, sendo uma modificação linguística de formas antigas (*tieroir*, *tioroer*), com origem no latim popular "*territorium*". Segundo o dicionário Le Nouveau Petit Robert (1994), *terroir* designa "uma extensão limitada de terra considerada do ponto de vista de suas aptidões agrícolas". Referindo-se ao vinho, aparecem exemplos de significados como: "solo apto à produção de um vinho", "*terroir* produzindo um *grand cru*", "vinho que possui um gosto de *terroir*", "um gosto particular que resulta da natureza do solo onde a videira é cultivada". Esta união entre a terra e o homem nasceu do saber-fazer local que é convergente ao natural, ao que tem origem, ao que é original, ao típico, ao que tem caráter distintivo e ao que é característico de um lugar (TONIETTO, 2007).

Pode-se dizer que, substancialmente, da díade nutriente Homem-Terra, da ecologia entendida como lógica do nosso *habitat*, observa-se qual é a ordem e o modo de expor-se à exata informação entre o humano e o ambiente Terra (MENEGETTI, 2021). Trata-se de colher a lógica dessa sinapse constantemente atual. Assim, o homem é capaz de transformar,

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

cultivando o vinhedo, para formalizar a matéria, elaborando vinhos (STEFENON & PEREIRA, 2024).

Na atualidade, como não poderia deixar de ser, a vitivinicultura segue se adaptando ao redor do mundo em ritmos diferentes e as incertezas sobre como a humanidade conduzirá os avanços da Inteligência Artificial (IA) também a abrangem. Em alguns casos, o setor pode estar sujeito a uma profunda ruptura. Em um ambiente em mudança, as reações do setor podem ser temerosas e, portanto, até conservadoras, mas, ao mesmo tempo, é importante ter em mente que essas novas tecnologias e capacidades que obtemos oferecerão oportunidades inestimáveis, ferramentas analíticas e de previsão que acelerarão e tornarão mais eficientes todos os procedimentos. Dadas as características do setor vitivinícola e o interesse dos consumidores na integridade e na escolha com base em informações distintas, deve-se dar atenção especial à capacidade de rastreabilidade e transparência em relação à origem e ao processamento do vinho. Em teoria, se o olhar digital puder ser iniciado desde o vinhedo, os consumidores poderão pesquisar todas as informações disponíveis relacionadas à identidade do produto e ao método de elaboração, ou seja, poderá compreender o percurso do vinhedo à taça (ROCA, 2021; DE LA PEÑA, DURÁN-ROMERO & RAMÍREZ-CARRERAS, 2023).

Ainda segundo Roca (2021), no relatório da Organização Internacional da Uva e do Vinho (OIV), a transformação digital oferece uma oportunidade para o setor ganhar eficiência, transparência e produtividade, abrindo-se a novos modelos de negócios e propostas de valor. No entanto, ela exigirá grandes investimentos em termos de habilidades, capital e tempo, o que provavelmente resultará em uma lenta transição. Embora não seja possível prever como essa transformação moldará o setor, este artigo objetiva oferecer uma visão sobre as principais tendências digitais em toda a cadeia de valor que estão transformando o *status quo* da vitivinicultura. Assim sendo, olhar para este futuro significa pensar em máxima eficiência, mais produtividade, transparência nas informações, desenvolvimentos de novos modelos de negócio, maior valor agregado e sustentabilidade, levando em consideração as questões antropológicas da vitivinicultura, ou seja, sem esquecer que o vinho nasceu quando o homem teve noção da sua inteligência, da sua capacidade de criar, produzir e manifestar-se diante da beleza (BORGES et. al., 1980; GOMES et. al., 2024).

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

2. METODOLOGIA

Esta análise explora alguns dos principais aspectos relacionados ao uso da Inteligência Artificial na vitivinicultura mundial, para torná-la ainda mais sustentável, por meio das lentes de descobertas e percepções de pesquisas recentes. Uma visão aprofundada de todas as diferentes metodologias de IA e sua implementação está além do escopo desta análise, que se concentra em uma abordagem generalista. Para obter mais informações sobre os métodos e as técnicas de solução de IA mais avançados, sugere-se a leitura na íntegra das publicações referenciadas neste artigo. A revisão narrativa aqui relatada foi realizada em livros e em importantes plataformas de pesquisa, através da seleção de artigos de periódicos científicos publicados recentemente e altamente relevantes, usando os bancos de dados ResearchGate, Google Acadêmico, ScienceDirect e PubMed. As principais informações obtidas nas referências utilizadas, abordavam a interface entre vitivinicultura e IA estão apresentadas abaixo.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

3. REVISÃO E DISCUSSÃO

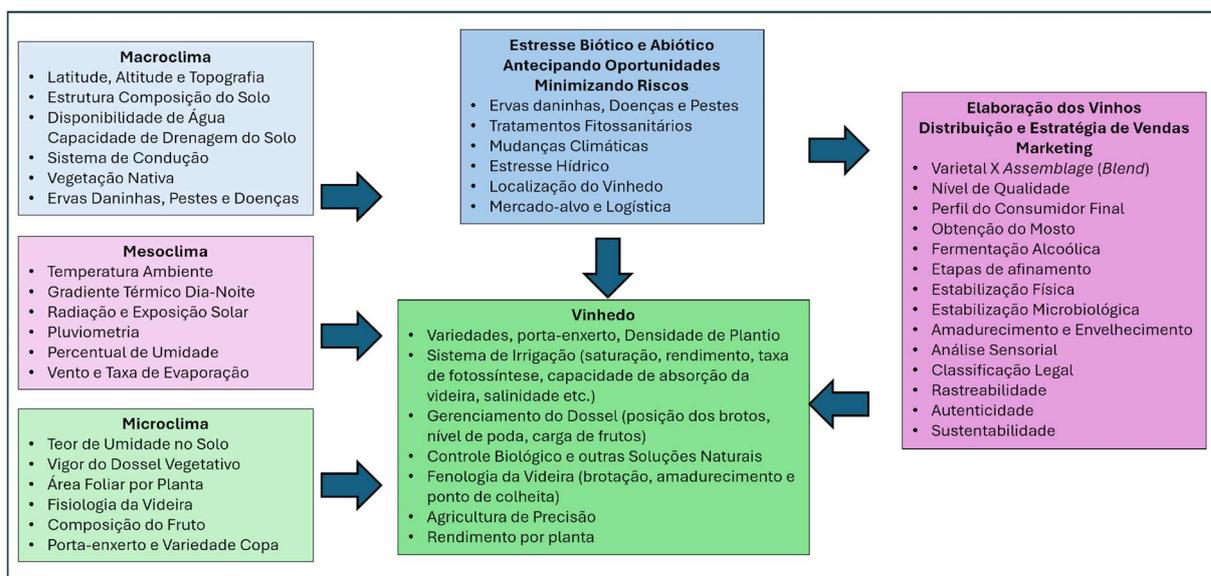
As atividades humanas, como a vitivinicultura, têm exercido um impacto significativo no ecossistema, resultando em alterações na dinâmica homem/natureza em escala global. Esta atividade abrange todas as etapas do processo de produção de uvas até a obtenção de diferentes produtos dela oriundos, desde o estudo do local de cultivo da videira à seleção de técnicas de elaboração, contemplando aspectos culturais, socioeconômicos e ambientais (FERRI *et. al.*, 2024). Especialmente no que tange ao meio ambiente, a cultura da videira está na linha de frente das mudanças climáticas, pois a produção de uvas é altamente sensível às alterações nas condições ambientais (DE CASTRO *et. al.*, 2024). Os produtores estão enfrentando padrões climáticos imprevisíveis, em rápida mudança, além de eventos extremos mais frequentes e intensos, como geadas de primavera, enchentes, secas, ondas de calor e incêndios florestais (SANTOS *et. al.*, 2020; NEULANDS, 2022; FUENTES, TONGSON & VIEJO, 2022).

Embora muitas vezes os termos sejam usados como sinônimos, a viticultura se refere à produção de uvas, enquanto a vinicultura é específica para uvas destinadas à vinificação e seus processos. Quando somadas, nasce a vitivinicultura, também chamada de Enologia, ciência que estuda ambos os aspectos (TROOST, 1985; PEYNAUD, 1996). De acordo com a Organização Internacional da Uva e do Vinho (Roca, 2021), a vitivinicultura sustentável é uma “estratégia global na escala dos sistemas de produção e processamento de uvas, incorporando, ao mesmo tempo, a sustentabilidade econômica de estruturas e territórios, produzindo produtos de qualidade, considerando os requisitos de precisão em produtos sustentáveis”. Esta atividade tem grande importância socioeconômica em muitas regiões e é afetada diretamente pelo clima, o qual desempenha papel fundamental no *terroir* e, portanto, influencia nos atributos sensoriais e na tipicidade do vinho (SANTOS *et. al.*, 2020; DE LA PEÑA, DURÁN-ROMERO & RAMÍREZ-CARRERAS, 2023). Complementando o citado anteriormente, o *terroir* vitivinícola é um conceito que se refere a um espaço sobre o qual se desenvolve um saber

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

coletivo de interações entre um meio físico e biológico identificável e as práticas vitivinícolas aplicadas, que conferem características distintas aos produtos originários desse espaço; inclui características específicas de solo, topografia, clima, paisagem e biodiversidade (Roca, 2021). O Quadro 1 apresenta a intrínseca relação entre uva-homem-vinho (*terroir*).

Quadro 1 – Vitivinicultura e suas Principais Interações



Fonte: Elaborado pela Autora (Adaptado de NEULANDS, 2022).

É importante lembrar que, após a Segunda Guerra Mundial, os países do chamado Novo Mundo (África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Estados Unidos, Chile, Nova Zelândia e Uruguai) resolveram promover uma verdadeira revolução vitivinícola, a qual se intensificou com o fenômeno da globalização, quando os vinhos elaborados nesses países passaram a disputar o cobiçado e competitivo mercado internacional (TAGLIOLINI, 2012). A partir disto, ficou claro que o processo dinâmico de cultivar a uva e elaborar vinho em distintos *terroirs*, não só é possível, como tem muito a oferecer, tanto em termos de diversidade, quanto de adaptabilidade ao meio produtivo. E isto, em momento algum é demérito, ao contrário, trata-se de uma porta aberta à criatividade do homem para transformar em sentido evolutivo, o ambiente em que vive.

Soma-se a estes aspectos, o cenário da Inteligência Artificial, termo muito amplo e rico, que pode ser definido de forma abrangente como uma "família de tecnologias" que pode

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotechsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

reconhecer, analisar, agir, aprender e demonstrar recursos aprimorados da inteligência humana (BULCHAND et. al., 2024). Pode-se dizer, também, que a IA é a teoria e o desenvolvimento de sistemas de computador capazes de executar tarefas que normalmente exigem inteligência, é o nome dado aos algoritmos (e aos programas e sistemas que implementam e usam esses algoritmos) que produzem ou imitam o comportamento "inteligente" (NEVEU & DAMASIO, 2020).

Na vitivinicultura, as novas tecnologias e fontes de dados incluem sensoriamento remoto por satélite e drones, sensores de campo e estações meteorológicas automatizadas, detecção precoce de doenças nos vinhedos, caracterização dos produtos nas diferentes etapas de elaboração até o aprimoramento da análise sensorial de vinhos e derivados, monitoramento dos vinhos à medida que envelhecem em barricas de carvalho, avaliação do *wine-trading* de forma local e global, entendimento sobre o comportamento do consumidor e sua relação com o enoturismo, a otimização na escolha dos provedores de suprimentos com vistas à redução de custos, validação da autenticidade de indicações de procedência, denominações de origem etc. Estes e outros aspectos estão sendo cada vez mais implantados e usados para aprimorar a tomada de decisões devido a maior disponibilidade, acessibilidade e confiabilidade dos dados. (GRENIER et. al., 2000; VIVAS, 2005; STEFENON et al., 2012; NEVEU & DAMASIO, 2020; SANTOS et. al., 2020; DA COSTA et.al., 2021; LÓPEZ, 2021; NEWLANDS, 2022; PATKAR & BALAGANESH, 2021; COBO et. al., 2022; BASTARD & CHAILLET, 2023; KATTEL, 2023; POBLETE-ECHEVERRÍA et.al., 2023).

De forma mais explícita, conforme citado por Newlands (2022), exemplificamos abaixo o caso dos vinhedos Palmaz no Napa Valley, na Califórnia/EUA. Eles são os primeiros a adotar a IA para inovar a arte ancestral de elaborar vinhos, através do monitoramento e tecnologia geoespacial para orientação e suporte a decisões, que incluem:

a) VIGOR (*Vineyard Infrared Growth Optical Recognition*), tecnologia utilizada para monitorar e ajustar as condições no vinhedo nas diferentes fases de desenvolvimento através de sensores instalados em drones, satélites ou dispositivos fixos, que capturam imagens e dados em comprimentos de onda infravermelhos, permitindo a detecção de anomalias e a avaliação da saúde das videiras. Esses dados são processados por algoritmos de visão computacional e aprendizado de máquina, que analisam padrões de crescimento, estresse hídrico e presença de pragas, utilizando índices como o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). A

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

tecnologia VIGOR permite a coleta contínua de dados em tempo real, criando mapas detalhados do vinhedo e destacando áreas que necessitam de atenção especial. Com base nesses dados, o sistema pode ajustar automaticamente a irrigação e a aplicação de fertilizantes e pesticidas, garantindo uma gestão precisa e eficiente dos recursos. Isso resulta em uma otimização de uso de água e produtos químicos, aumento da produtividade e qualidade das uvas, redução de custos e promoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

b) FILCS (*Fermentation Intelligent Logic Control System*), tecnologia utilizada para ajustar e controlar as etapas de na vinificação, através da coleta de dados em tempo rela, em diversos sensores instalados nos tanques de fermentação, que medem parâmetros críticos como temperatura, pH, densidade e níveis de oxigênio. Esses dados são processados por algoritmos que analisam as condições atuais e preveem o comportamento futuro do processo de fermentação. Com base nessa análise, o sistema pode ajustar automaticamente variáveis como temperatura e aeração, garantindo que as condições ideais se do processo produtivo, assim, o FILCS auxilia a minimizar o risco de desvios que poderiam comprometer o sabor e a qualidade geral do vinho, além de aumentar a eficiência do processo produtivo, reduzindo desperdícios e custos operacionais. Em suma, esta tecnologia proporciona precisão e segurança fermentativa, resultando em vinhos de qualidade superior.

c) STAVES (*Sensory Transambiental Variance Experiment*) para monitorar o amadurecimento e envelhecimento dos vinhos através da variação sensorial trans ambiental (NEWLANDS, 2022). Essencialmente, o sistema STAVES emprega uma combinação de sensores avançados e algoritmos de análise de dados para rastrear mudanças sensoriais no vinho ao longo do tempo. Sensores são instalados nas barricas e em tanques de armazenamento para medir parâmetros como temperatura, umidade, pressão osmótica, composição química e até mesmo características aromáticas e gustativas. Esses sensores coletam dados continuamente, permitindo uma análise detalhada das condições ambientais e suas influências no processo de envelhecimento do vinho. Os dados coletados são processados por algoritmos de IA que identificam padrões e correlações entre as condições ambientais e as mudanças sensoriais no vinho. O sistema pode prever como estas diferentes variáveis afetarão o perfil sensorial do vinho ao longo do tempo. Com essas informações, os enólogos podem ajustar as condições de armazenamento para otimizar o amadurecimento e alcançar o perfil desejado.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

Ou ainda, o *BigDataGrapes*, projeto europeu que visa ajudar empresas do setor do vinho e de cosméticos naturais a se tornarem mais competitivas nos mercados internacionais, como por exemplo, o desenvolvimento de: a) uma ferramenta capaz de contar automaticamente, a partir de imagens, o número de folhas por vinhedo, para aplicações de viticultura de precisão, especialmente para limitar o uso de insumos; b) uma máquina para análise de dados preditivos sobre vinhos, coletados de redes sociais *on-line*, visando a obtenção de um conjunto de algoritmos para avaliar o potencial de penetração de mercado de um determinado vinho em um novo país a partir das características do produto (variedade de uva, origem, aromas etc.); c) um programa que utiliza variáveis relacionadas à viticultura e à vinificação de diferentes vinhos ao longo de vários anos para responder a várias perguntas, como a influência dos efeitos climáticos ou do processo de vinificação na composição do perfil sensorial do vinho e, para estabelecer vínculos entre subconjuntos de compostos aromáticos em relação às condições ambientais (BRAGA, 2009; SHEPHERD, 2017; NEVEU & DAMASIO, 2020; DE CASTRO et. al., 2024).

As mudanças climáticas estão deslocando as áreas adequadas para o cultivo da videira, levando os vitivicultores a transferirem seus vinhedos para altitudes mais elevadas, que proporcionam temperaturas noturnas mais frias e temperaturas diurnas mais quentes, visto que este gradiente de temperatura é muito importante para o amadurecimento, especialmente das uvas tintas, além de evitar prejuízos na produção e rendimento (BRIGHENTI, BRIGHENTI & PASA, 2016; TROOST, 1985). Nos últimos dez anos, a tecnologia agrícola testemunhou um aumento dramático nos investimentos, com 6,7 bilhões de dólares investidos nos últimos cinco anos e 1,9 bilhão somente em 2020 (MANIDA & GANESHAN, 2021). Os produtores e investidores já planejam e antecipam os riscos para o futuro com longos horizontes de tempo (ou seja, de 7 a 11 anos ou mais) para investir, estabelecer e obter renda líquida positiva e retorno sobre o investimento (NEWLANDS, 2022). Estes números, somados às tendências de mercado e ao aquecimento global, sugerem que integrar metodologias inovadoras no agronegócio é urgente e inevitável.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas ferramentas de apoio à decisão, baseadas em métodos de inteligência artificial estão sendo desenvolvidas atualmente. O principal desafio para o desenvolvimento desse tipo de solução continua sendo os dados, uma vez que o ambiente vitivinícola está em meio a uma intensa transição tecnológica. Para atingir esse objetivo, é crucial poder coletar dados e torná-los acessíveis a comunidades mais amplas de uma forma não complexa ou redundante, para que os participantes do setor possam se beneficiar do desenvolvimento de todas as ferramentas inteligentes atuais e futuras, aliando-as a todo o conhecimento adquirido em séculos de cultivo da uva e produção de vinho (SANTOS, et. al., 2020).

Neste sentido, o diálogo entre inteligência humana e IA torna-se imprescindível, sendo importante lembrar que, conforme descrito por Antonio Meneghetti (2010), o homem é um instrumento da natureza e é o único em condições de colher, através da intuição-emoção-razão, os frutos que ela lhe oferece, transformando-os em momentos que produzem saúde e festa na alma. Ainda, como citado por Borges et. al. (1980), o homem criou o vinho para aumentar o seu prazer de viver.

É possível, também, traçar um paralelo entre os conceitos de *Terroir* aqui apresentados e o de Ecobiologia Holística, que de forma resumida, pode ser descrita com o ato de compreender a Terra como nosso útero de sobrevivência, saber viver com qualidade superior a própria vida em osmose com o ecossistema naturístico, ou seja, construir sem destruir. O ambiente nos causa e nós causamos o ambiente. Cada terra tem sua bondade, sua lógica, seu habitat inteligente (MENEGETTI, 2010). Neste contexto, o vinho simboliza o nosso papel no equilíbrio do meio-ambiente, um estilo de vida que une a díade homem e natureza e a utilização de tecnologias, como a IA, podem contribuir de forma exponencial nesta interação do homem com a terra (DI GENNARO, MATESE & DI BLASI, 2019, WOHLLEBEN, 2022; STEFENON & PEREIRA, 2024).

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

Por fim, em função do que foi apresentado nesta revisão bibliográfica, pode-se prever que novos desafios surgirão. Como vimos, já foram relatadas transformações na aptidão cultural nas últimas décadas, para variedades específicas e para a viticultura em geral. Apesar dos impactos espacialmente heterogêneos, a previsão é de que as mudanças climáticas exacerbem essas tendências recentes de adequação à produção de vinho, remodelando a distribuição geográfica das regiões vinícolas e, alterando em consequência, a tipicidade dos vinhos. Portanto, a vitivinicultura está na linha de frente da ruptura tecnológica impulsionada por algoritmos automatizados de IA que integram e aprendem com dados grandes e complexos obtidos de diversas fontes, tanto antigas quanto novas, para resultar na implementação de estratégias de adaptação oportunas, adequadas e econômicas, que também devem ser cuidadosamente planejadas e ajustadas às condições locais, visando a preservação do patrimônio cultural desta atividade que faz parte do saber fazer humano a milênios.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

5. REFERÊNCIAS

- BASTARD, A., CHAILET, A. *Digitalization from Vine to Wine: Successes and Remaining Challenges – A Review. 44th World Congress of Vine and Wine*: BIO Web Conferences n. 68, p. 9-20, 2023.
- BORGES, A. C. **Histórias de Vinho**. 1. Ed. Porto Alegre: Editora LPM.
- BRAGA, R. **Viticultura de Precisão**. 1. Ed. Lisboa: Gazela Artes Gráficas Ltda., 2009.
- BRIGHENTI, A. F., BRIGHENTI, E., PASA, M. da S. Vitivinicultura de Altitude: realidade e perspectivas. **Revista Agropecuária Catarinense**, v. 9, n. 8, p. 140-146, 2016.
- BULCHAND-GIDUMAL, J., SECIN, E. W., O'CONNOR, P., BUHALIS, D. Artificial Intelligence's Impact on Hospitality and Tourism Marketing: Exploring key Themes and Addressing Challenges. **Current Issues in Tourism**, v. 27, n. 14, p. 2345–2362, 2024.
- COBO, M., HERENDIA, I., AGUILRA, F., IGLESIAS, L. L., GARCIA, D., BARTOLOMÉ, B., MORENO-ARRIBAS, V. M., YUSTE, S., PÉREZ-MATUTE, P., MOTILVA, M-J. *Artificial Intelligence to Estimate wine volume from Single-View Images*. **Heliyon**, v.8, n.1, p. 1-7, 2022.
- DA COSTA, N. L., VALENTIN, L. A., CASTRO, I. A., BARBOSA, R. M. *Predictive Model for wine Authenticity using a Machine Learning Approach*. **Artificial Intelligence in Agriculture**, n.5, p.157-162, 2021.
- DE CASTRO, M., BAPTISTA, J., MATOS, C., VALENTE, A., BRIGA-SÁ, A. *Energy Efficiency in Winemaking Industry: Challenges and Opportunities*. **Science of the Total Environment**, n.930, p.1-22, 2024.
- DE LA PEÑA, J. A. N., DURÁN-ROMERO, G., RAMÍREZ-CARRERAS, D. *Enodiplomacy and Neuromarketing: Artificial Intelligence in Defense of Identity in the Face of the Challenge of Climate Change. The Case of La Mancha Wine*. **44th World Congress of Vine and Wine**: BIO Web Conferences n. 68, p. 1-8, 2023.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

- DI GENNARO, S. F., MATESE, A. & DI BLASI, S. *Aerial Hyperspectral Imaging to Monitor Vineyards: Current Applications na Future Trends*. 11(23), 2759, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/rs11232759> Acesso em 10 out. 2024.
- FERRI, G. K., NODARI, E. S., VELASCO, J. M., TERRERI, L. C. G., TAVAVRES, P. **Viticultura Serrana: O Despertar de um Terroir de Oportunidades para Santa Catarina**. São Leopoldo: Editora Oikos, 2024.
- FUENTES, S., TONGSON, E., VIEJO, C. G. *How Artificial Intelligence (AI) is Helping Winegrowers to Deal with Adversity Fromclimate Change*. **Internet Journal of Viticulture and Enology**, n. 3/4, p. 1-7, 2022.
- GOMES, C. P., DUARTE, C. N., MARTINS, C. D., AMARAL, J. S., IGREJAS, G., PEREIRA, M. J. V., COSTA, M. R. P.F.N., DIAS, R. C.S. *Scale-up of a Sorption Process Working with Molecularly Imprinted Adsorbents for Enrichment of Winemaking Residues and Improvement of Bioactivity*. **Cleaner and Circular Bioeconomy**, n. 8, p. 1-11, 2024.
- GRENIER, P., ALVAREZ, I., ROGER, J-M., STEINMETZ, V., BARRE, P., SABLAYROLLES, J-M. *Artificial Intelligence in Winemaking*. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 34, n. 2, 2000.
- JOHNSON, H. **A História do Vinho**. 2. Ed. São Paulo: CMS Editora, 2009.
- JOHNSON, H., ROBINSON, J. **World Atlas of Wine**. 8. Ed. Nova Iorque: Editora Assouline, 2019.
- KATTEL, S. *Implementation of an AI-based content Creation Strategy in the Wine Tourism Organization: The Case Study at Winalist*. **Repositório Aberto da Universidade do Porto/Portugal**, 27 p. 2023.
- LÓPEZ, P. F. *Computer Visión and Artificial Intelligence for Yeld Components'asement in Digital Viticultura*. **Repositório Aberto da Universidade de La Rioja/Espanha**, 38p. 2021.
- MANESSIS, N. **The illustrated greek wine book**. 4. ed. Ohio: Olive Press Publishers, 2000.
- MANIDA, M., GANESHAN, M. K. *New Agriculture Technology in Modern Farming*. **International Journal of Management Research and Social Science**, v. 8, n. 3, p. 109-114, 2021.
- MENEGHETTI, A. **Cozinha Viva**. 2. Ed. Recanto Maestro: Ontopsicologia Editrice, 2010.
- MENEGHETTI, A. **Antonio Meneghetti sobre... Projeto Rerra**. 2. Ed. Recanto Maestro, São João do Polêsine/RS: Fundação Antonio Meneghetti, 2021.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

- NEVEU, P., DAMASIO, C. *Big Data and Artificial Intelligence: Examples of Applications for the Yine and Wine Sector. Internet Journal of Viticulture and Enology*, n.6/1, p.1-4, 2020.
- NEWLANDS, N. K. *Artificial Intelligence and Big Data Analytics in Vineyards: A Review – chapter 1. in the book Grape and Wine* (Morata, Loira, Gonzáles Editors). Londres: Intechopen, 2022.
- PATKAR, G. S., BALAGANESH, D. *Smart Agri Wine: An Artificial Intelligence Approach to Predict Wine Quality. Journal of Computer Science*, v.7, n.11, p.1099-1103, 2021.
- PEYNAUD, E. *Enologia Practica: Conocimiento y Elaboracion del Vino*. 3. Ed. Madrid: Mundi Prensa Libros S.A. 1996.
- POBLETE-ECHEVERRÍA, C., HERNÁNDEZ, I., GUTIÉRREZ, S., IÑIGUEZ, R., BARRIO, I., TARDAGUILA, J. *Using Artificial Intelligence (AI) for Grapevine Disease detection based on Images. 44th World Congress of Vine and Wine: BIO Web Conferences* n.68, p.21-25, 2023.
- ROBERT, P., REY-DEBOVE, J., REY, A. *Le Nouveau Petit Robert: Dictionnaire Alfabétique et Analogique de la Langue Française*. Paris: Nouvelle, 1994.
- ROCA, P. *Digital Trends Applied to the Vine and Wine Sector*. Paris: OIV Publications, 2021.
- SANTOS, L. A., FRAGA, H., MALHEIRO, A. C., MOUTINHO-PEREIRA, J., DINIS, L-T., CORREIA, C., MORIONDO, M., LEOLINI, L., DIBARI, C., COSTAFREDA-AUMENDES, S., KARTSCHALL, T., MENZ, C., MOLITOR, D., JUNK, J., BEYER, M., SCHULTZ, H. R. *A Review of the Potential Climate change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. Applied Sciences*, n. 10, p. 1-28, 2020.
- SHEPHERD, G. M. *Neuroenology: How the Braisn creates the Taste of Wine*. Nova Iorque: Columbia University Press, 2017.
- SKINNER, M. *Sem Segredos*. 2. Ed. São Paulo: Larousse do Brasil, 2008.
- STEFENON, C. A., BONESI, C. de M., PRÁ, D., DOS SANTOS, C. E. I., DIAS, J. F., HENRIQUES, J. A. P., SALVADOR, M., VANDERLINDE, R. *Sensory and Antioxidante Evaluation of Sparklinh wines – Chapter 14, in the book Wine: Types, Production and Health* (Peeters, A. S. Editor). Nova Iorque: Nova Science Publishres, 2012.
- STEFENON, C. A., PEREIRA, I. *Ontopsicologia e Enologia: O Encontro dos Conceitos de Virtualidade e Perenidade. Revista Brasileira de Ontopsicologia*, v. 4, n. 5, p. 85-92, 2024.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.

- TAGLIOLINI, E. *Strategic Management: South African wine Industry*. **Repositório Aberto da Università' degli Studi di Milano-Bicoccardo**, Milão/Itália, 326p. 2012.
- TONIETTO, J. Afinal, o que é Terroir? *Jornal Bon Vivant*, v. 8, n .98, p. 1-3, 2007.
- TROOST, G. *Tecnología del Vino*. Barcelona: Ediciones Omega S.A., 1985.
- VIVAS, N. *Manual de Tonelería*. 2. Ed. Madrid: Mundi Prensa Libros S.A., 2005.
- WOHLLEBEN, P. *A Sabedoria Secreta da Natureza*. 3. Ed. Rio de Janeiro: GMT Editores Ltda, 2022.

1- Enóloga pelo Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Bento Gonçalves, IFRS-BG. Mestre e Doutora em Biotecnologia pela Universidade de Caxias do Sul, UCS. Professora da Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. CEO da Biotecsul, Soluções Integradas em Biotecnologia Ltda. E-mail: calbericistefenon@gmail.com – 2- Técnico em Administração pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. Bacharel em Sistemas de Informação pela Antonio Meneghetti Faculdade, AMF. Empresário e sócio da Boske Espaço de Eventos. E-mail: hmarafiga@gmail.com.