


Avaliação de metodologias para vinificação de tintos de alta gama em regiões de altitude de Santa Catarina

Assessment of methodologies for premium red wine vinification in high-altitude regions of Santa Catarina

Evaluación de metodologías para la vinificación de tintos de alta gama en regiones de altitud de Santa Catarina


João Felippeto

Epagri, Estação Experimental de São Joaquim, São Joaquim, SC, Brasil

 0000-0002-5804-6162


Matheus Luís Docema

Epagri, Estação Experimental de São Joaquim, São Joaquim, SC, Brasil

 0000-0003-2140-4488


Tiago Miqueloto

Bolsista DTI-A, Fapesc

 0000-0002-1846-4466

Sabrina Lerin

Bolsista DTI-A, Fapesc

 0000-0003-3362-8972

Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto

Epagri, Estação Experimental de São Joaquim, São Joaquim, SC, Brasil

 0000-0002-9717-3324

Resumo: A vitivinicultura de altitude em Santa Catarina consolidou-se como referência na produção de vinhos finos. Contudo, a atual demanda por produtos de qualidade superior exige o constante aprimoramento dos processos enológicos. Neste sentido, estratégias como controle térmico e uso de tecnologias específicas são essenciais para elevar a qualidade dos vinhos. O estudo avaliou metodologias de manipulação do mosto em vinhos tintos das cultivares *Cabernet Sauvignon*, *Montepulciano* e *Sagrantino*, nas safras de 2022/2023 a 2024/2025, buscando otimizar a qualidade final. Foram aplicadas estratégias pré-fermentativas e fermentativas, incluindo modulação da temperatura de fermentação (26°C constante ou decrescente 26→22°C), maceração pré-fermentativa a frio (0–2°C por 48h), alteração da relação casca/polpa (remoção de 25% do mosto) e diferentes frequências de *pigeage* (uma e três vezes ao dia). Essas intervenções influenciaram os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e cromáticos. A modificação da relação casca/polpa aumentou o teor alcoólico, acidez e extração fenólica. A maceração a frio favoreceu a estabilidade microbiológica e a longevidade. A modulação térmica contribuiu para maior extração de antocianinas e a frequência tripla de *pigeage* impactou a fermentação e o controle microbiológico.

Palavras-chave: Enologia; Polifenóis; Qualidade do vinho.

Abstract: High-altitude viticulture in Santa Catarina has established itself as a reference in the production of fine wines. However, the current demand for higher quality products requires constant improvement in enological processes. In this sense, strategies such as temperature control and the use of specific technologies are essential to enhance wine quality. This study evaluated must-handling methodologies for red wines from the cultivars Cabernet Sauvignon, Montepulciano, and Sagrantino, from the 2022/2023 to 2024/2025 harvests, aiming to optimize final quality. Pre-fermentative and fermentative strategies were applied, including fermentation temperature modulation (constant 26°C or decreasing from 26 to 22°C), cold pre-fermentative maceration (0–2°C for 48 hours), modification of the skin-to-pulp ratio (removal of 25% of the must), and different pidgeage frequencies (one and three times per day). These interventions influenced physicochemical, microbiological, and chromatic parameters. The modification of the skin-to-pulp ratio increased alcohol content, acidity, and phenolic extraction. Cold maceration favored microbiological stability and wine longevity. Temperature modulation contributed to enhanced anthocyanin extraction, and the triple pidgeage frequency impacted fermentation and microbiological control.

Keywords: Enology; Polyphenols; Wine quality.

Resumen: La vitivinicultura de altitud en Santa Catarina se ha consolidado como referencia en la producción de vinos finos. Sin embargo, la actual demanda por productos de calidad superior exige el constante perfeccionamiento de los procesos enológicos. En este sentido, estrategias como el control térmico y el uso de tecnologías específicas son esenciales para elevar la calidad de los vinos. El estudio evaluó metodologías de manipulación del mosto en vinos tintos de las cultivares Cabernet Sauvignon, Montepulciano y Sagrantino, en las añadas de 2022/2023 a 2024/2025, buscando optimizar la calidad final. Se aplicaron estrategias pre-fermentativas y fermentativas, incluyendo modulación de la temperatura de fermentación (26°C constante o decreciente 26→22°C), maceración pre-fermentativa en frío (0–2°C por 48 h), alteración de la relación piel/pulpa (remoción del 25% del mosto) y diferentes frecuencias de pidgeage (una y tres veces al día). Estas intervenciones influyeron en los parámetros físico-químicos, microbiológicos y cromáticos. La modificación de la relación piel/pulpa aumentó el contenido alcohólico, acidez y extracción fenólica. La maceración en frío favoreció la estabilidad microbiológica y longevidad. La modulación térmica contribuyó a una mayor extracción de antocianinas y la frecuencia triple de pidgeage impactó la fermentación y el control microbiológico.

Palabras clave: Calidad del vino; Enología; Polifenoles.

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios da enologia contemporânea consiste em desenvolver e aprimorar tecnologias capazes de potencializar a qualidade da uva e do vinho em todas as etapas produtivas, desde o cultivo até o lançamento no mercado (Cerbaro *et al.*, 2018). O setor vitivinícola insere-se em um contexto de crescente competitividade econômica, marcado por avanços tecnológicos e práticas modernas de gestão. Entretanto, o vinho transcende a condição de um produto comum, e seu êxito comercial depende de variáveis complexas que vão além da redução de custos (Daltro *et al.*, 2021).

Neste cenário, torna-se cada vez mais evidente que a estratégia mais promissora para o mercado brasileiro de vinhos envolve investimentos em inovações, voltados não apenas às melhorias da qualidade sensorial e físico-química, mas também à sustentabilidade da produção e à eficiência econômica (Martínez-Falcó *et al.*, 2024). Paralelamente, destacam-se empreendimentos que buscam agregar valor ao produto por meio da valorização de características territoriais específicas, associando o vinho à identidade local, à paisagem e a métodos de produção exclusivos (Almeida; Bragagnolo; Chagas, 2015).

A elevação da qualidade dos vinhos depende de estratégias aplicáveis às etapas de produção enológica (Guerra, 2003). Entre essas etapas, destaca-se a maceração, que exerce função central por ocorrer simultaneamente à fermentação alcoólica, em um ambiente de alta complexidade e variações físico-químicas constantes (Setford *et al.*, 2017). Outras variáveis decisivas incluem o número e frequência das remontagens (Araripe *et al.*, 2021), temperatura da massa vinária e relação fase sólida/fase líquida (Di Stefano *et al.*, 2003; Guerra, 2003), alteração da relação casca/polpa (Casassa; Larsen; Harbertson, 2016), e maceração pelicular a frio (Alti-Palacios *et al.*, 2023). Também ganham relevância as operações de *pidgeage*, que influenciam significativamente a liberação e retenção de antocianinas, impactando diretamente a cor, estrutura e longevidade dos vinhos (Ferrero *et al.*, 2025).

As operações voltadas à qualificação dos vinhos finos, por meio da adoção de soluções tecnológicas, são fundamentais para explorar todo o potencial da uva e assegurar uma qualidade sensorial superior. Esse contexto reforça o papel estratégico da pesquisa científica na construção de um pacote tecnológico que viabilize melhorias reais na vinificação. Os vinhos de altitude, por sua vez, têm se mostrado altamente adaptados às condições edafoclimáticas de regiões como São

Joaquim, onde a combinação de noites frias, verões amenos e maior tempo de maturação das uvas favorece o equilíbrio entre acidez e açúcares, resultando em vinhos finos de alta qualidade, com frescor, tipicidade e bom potencial enológico (Felippeto; Alebrandt; Ciotta, 2016; Felippeto *et al.*, 2021). Com isso, os vinhos de altitude consolidam-se como produtos de alta gama, ampliando o portfólio comercial e fortalecendo a competitividade do setor (Daltro *et al.*, 2021).

O objetivo do trabalho foi avaliar os impactos de metodologias de manipulação do mosto nas fases pré-fermentativa e fermentativa da vinificação de vinhos tintos, visando aprimorar a qualidade enológica e definir o perfil do produto final em regiões de altitude de Santa Catarina.

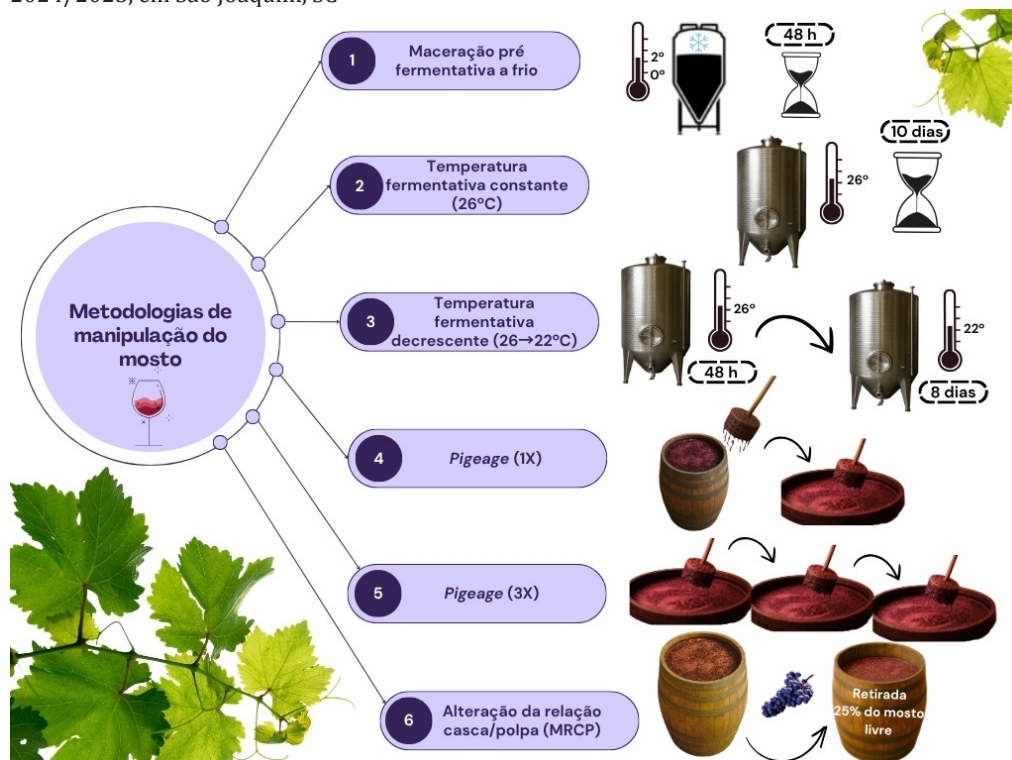
2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas safras de 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025, em vinhedos localizados em São Joaquim, Santa Catarina. Utilizaram-se os cultivares tintos *Cabernet Sauvignon*, *Montepulciano* e *Sagrantino*, selecionados por seu potencial enológico e adaptação ao *terroir* local. As vinificações foram realizadas por consorciação varietal (33% de cada cultivar), com homogeneização dos mostos imediatamente após o desengace mecânico das uvas, visando à integração dos componentes varietais.

Após o desengace, o mosto foi transferido para tanques de aço inoxidável de 40 litros (L), equipados com válvula de Müller para controle de fluxo e sistema automático de regulação térmica, garantindo precisão nas temperaturas das fases pré-fermentativa e fermentativa. Adicionou-se metabisulfito de potássio (50mg L^{-1}) para inibir oxidações e controlar populações microbianas iniciais.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com sete tratamentos correspondentes aos métodos de elaboração avaliados: (a) frequência de pigeage (1 e 3 vezes dia^{-1}); (b) temperatura da fermentação alcoólica (26°C constante por 10 dias e regime misto: 26°C nas primeiras 48h, seguido de 22°C por 8 dias); (c) maceração pelicular pré-fermentativa a frio ($0\text{--}2^\circ\text{C}$ por 48h); (d) relação casca/polpa alterada, com retirada de 25% do mosto livre, mantendo integralmente a fração sólida. Como controle positivo (testemunha), adotou-se o protocolo padrão de duas *pigeage* diárias e fermentação a 22°C por 10 dias (Figura 1). As repetições experimentais corresponderam às três safras avaliadas, e as variáveis foram analisadas com base nas médias obtidas nesse período.

Figura 1 - Metodologias utilizadas na manipulação do mosto em processos de vinificação de *Cabernet Sauvignon*, *Montepulciano* e *Sagrantino*, realizadas nas safras de 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025, em São Joaquim, SC



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As leveduras foram inoculadas após aclimação e a fermentação alcoólica foi monitorada diariamente por densimetria. Após a fermentação alcoólica, os vinhos foram submetidos à trasfega com descuba e fermentação lenta a 20°C, para estabilização ácida e microbiológica, seguida de adição de dióxido de enxofre (SO₂) para manutenção de níveis adequados e filtração antes do envase.

Foram avaliados parâmetros físico-químicos e espectrofotométricos. As análises físico-químicas, realizadas em triplicata biológica, seguiram a metodologia estabelecida por Rizzon (2010) e incluíram pH, acidez total titulável (meq L⁻¹), acidez volátil (meq L⁻¹), grau alcoólico (°GL), açúcares redutores residuais (g L⁻¹) e dióxido de enxofre livre (SO₂). As análises espectrofotométricas incluíram intensidade de cor (absorbâncias em 420, 520 e 620 nanômetros (nm), índice de cor (420 + 520nm) e matiz (420/520nm), conforme protocolo de Glories (1984). Complementarmente, determinou-se o índice de polifenóis totais por leituras a 760nm, calculado por interpolação na curva padrão de ácido gálico, com resultados expressos em mg Eaq L⁻¹.

As análises estatísticas foram realizadas com o programa SISVAR®. Aplicou-se análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Tukey para comparação de médias, considerando nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos de vinificação influenciaram simultaneamente os parâmetros físico-químicos, evidenciando interações complexas entre as variáveis avaliadas e os processos aplicados.

Os vinhos obtidos pelo tratamento de modificação na relação casca/polpa (MRCP) apresentaram maior teor alcoólico (11,63°GL) e acidez total titulável (98,72Meq L⁻¹) em relação aos elaborados com modulação de temperatura e diferentes frequências de *pigeage*, e com modulação de temperatura e testemunha, respectivamente (Tabela 1). Esses resultados confirmam o princípio fundamental da técnica, segundo o qual a remoção parcial do mosto concentra componentes essenciais, como ácidos orgânicos, açúcares e nutrientes, favorecendo o desempenho fermentativo das leveduras na produção de etanol (Finot, 2017; Coutinho, 2024). Singleton (1972) fundamentou essa abordagem ao demonstrar que a retirada de 10% do mosto antes da fermentação simula o efeito de bagas menores, elevando as concentrações de açúcares e compostos fenólicos. Além disso, os vinhos obtidos via MRCP apresentaram menor acidez volátil (4,04Meq L⁻¹) em relação aos vinhos elaborados pela modulação de diferentes temperaturas, frequência de *pigeage* (1x) e testemunha. Esses resultados sugerem que a concentração do meio inibe o desenvolvimento de bactérias acéticas ou que a remoção inicial elimina populações microbianas indesejadas (Casquete *et al.*, 2021).

Tabela 1 - Características físico-químicas dos vinhos submetidos a diferentes técnicas de manipulação dos mostos nas fases pré-fermentativo e pós-fermentativa, avaliadas nas safras de 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025, em São Joaquim, Santa Catarina

Tratamentos	Álcool (°GL)	ATT* (mEq L ⁻¹)	pH	ARR* (g L ⁻¹)	AV* (mEq L ⁻¹)	SO ₂ * (mEq L ⁻¹)
	Médias** ± SD					
MPF	11,36 ± 0,20 abc	96,47 ± 2,89 ab	3,44 ± 0,01 c	1,88 ± 0,05 bcd	4,33 ± 0,07 d	16,12 ± 0,63 ab
TM	10,84 ± 0,16 d	90,42 ± 3,74 b	3,53 ± 0,01 a	1,85 ± 0,05 cd	5,89 ± 0,24 ab	16,09 ± 0,56 ab
T 26	11,31 ± 0,18 abc	94,74 ± 2,32 ab	3,50 ± 0,01 ab	2,08 ± 0,09 abc	6,64 ± 0,19 a	16,53 ± 0,57 ab
FP 1	10,99 ± 0,12 cd	94,85 ± 2,45 ab	3,54 ± 0,01 a	1,66 ± 0,10 d	5,82 ± 0,54 ab	17,56 ± 0,49 b
FP 3	11,12 ± 0,04 bcd	96,36 ± 1,67 ab	3,51 ± 0,03 ab	2,16 ± 0,14 abc	4,66 ± 0,44 cd	15,61 ± 0,27 a
MRCP	11,63 ± 0,09 a	98,72 ± 0,57 a	3,43 ± 0,04 c	2,20 ± 0,22 ab	4,04 ± 0,09 d	15,57 ± 0,72 a
Testemunha	11,44 ± 0,23 ab	90,41 ± 3,46 b	3,45 ± 0,02 bc	2,23 ± 0,07 a	5,36 ± 0,16 bc	21,27 ± 0,97 c
Valor de P	0,0004	0,0126	0,0001	0,0002	0	0
CV (%)	1,4	2,79	0,6	5,85	5,66	10,8

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: MPF: Maceração a frio; TM: Temperatura Modulada (26±22°C); FP 1: Frequência de *Pigeage* (1 dia⁻¹); FP 3: Frequência de *pigeage* (3 dia⁻¹); MRCP: Modificação na relação casca/polpa; CV(%): Coeficiente de variação; ATT*: Acidez Total Titulável; ARR*: Açúcares redutores residuais; AV*: Acidez Volátil; SO₂*: Dióxido de enxofre.**Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em relação aos parâmetros cromáticos dos vinhos, o método MRCP apresentou um perfil claramente diferenciado, evidenciado por elevados valores de absorvância em todas as faixas espectrais analisadas, o que indica uma eficiente extração de compostos pigmentares, com destaque para as antocianinas, cujo valor alcançou 0,74. Os índices de polifenóis totais (4213,20), intensidade de cor (14,65) e matiz (7,49) corroboram essas constatações, evidenciando que esse protocolo é eficaz na produção de vinhos com robusta estrutura polifenólica e potencial de guarda prolongado (Tabela 2).

Tabela 2 - Características espectrofotométricas dos vinhos submetidos a diferentes técnicas de manipulação dos mostos nas fases pré-fermentativa e pós-fermentativa, avaliadas nas safras de 2022/2023, 2023/2024 e 2024/2025, em São Joaquim, Santa Catarina

Tratamentos	A* 420 nm	A* 520 nm	A* 620 nm	IPT*	Índice de cor*	Matiz*
	Médias** ± SD					
MPF	0,49 ± 0,01 b	0,71 ± 0,01 bc	0,18 ± 0,01 ab	4250,81 ± 68,47 a	13,90 ± 0,05 bc	7,05 ± 0,15 c
TM	0,49 ± 0,01 b	0,68 ± 0,01 d	0,16 ± 0,00 abc	2856,93 ± 74,04 c	13,23 ± 0,23 d	7,53 ± 0,08 a
T 26	0,50 ± 0,01 ab	0,72 ± 0,01 bc	0,18 ± 0,00 ab	3645,19 ± 167,01 b	14,06 ± 0,22 bc	7,28 ± 0,02 b
FP 1	0,51 ± 0,00 ab	0,73 ± 0,01 ab	0,17 ± 0,00 ab	2726,90 ± 70,55 cd	14,09 ± 0,15 b	7,21 ± 0,04 bc
FP 3	0,50 ± 0,00 ab	0,70 ± 0,01 cd	0,17 ± 0,00 bc	2908,84 ± 66,49 c	13,63 ± 0,07 cd	7,58 ± 0,02 a
MRCP	0,52 ± 0,00 a	0,74 ± 0,01 a	0,21 ± 0,00 a	4213,20 ± 27,62 a	14,65 ± 0,07 a	7,49 ± 0,03 a
Testemunha	0,42 ± 0,00 c	0,58 ± 0,00 e	0,14 ± 0,01 c	2535,60 ± 43,60 d	11,41 ± 0,17 e	7,40 ± 0,07 ab
Valor de P	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000
CV (%)	1,48	1,22	6,69	2,56	1,15	1,01

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Nota: MPF: Maceração a frio; TM: TemperaturF :1 PF ;)C°22 62(adaludoM arequência de *pigeage* (1 dia⁻¹); FP 3: Frequência de *pigeage* (3 dia⁻¹); MRCP: Modificação na relação casca/polpa; CV(%): Coeficiente de variação; A*: Absorvâncias; IPT*: Índice de polifenóis totais; Índice de cor* ($A_{420}+A_{520}+A_{620}$); Matiz* (A_{420}/A_{520}) **Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Nos vinhos fermentados à temperatura constante de 26°C (TC), observou-se um aumento significativo na acidez volátil (AV) de 6,64Meq L⁻¹ (Tabela 1). Esse resultado corrobora com as observações de Rizzon e Manfroi (2006), que destacaram que temperaturas elevadas e estáveis favorecem o desenvolvimento de microrganismos associados ao incremento da acidez volátil. Embora o teor alcoólico tenha indicado fermentação eficiente, o aumento da AV evidenciou limitações microbiológicas desse método, recomendando-se o monitoramento do teor de SO₂ nas etapas de estabilização tartárica e de pré-envase. A extração de elementos cromáticos na faixa do vermelho 520nm (0,72) foi favorecida, confirmando que temperaturas elevadas intensificam a extração de antocianinas (Tabela 2).

O tratamento por maceração pré-fermentativa a frio (MF) revelou efeito significativo em diversos parâmetros, destacando-se especialmente na modulação da acidez, resultando em vinhos com baixo pH (3,44) e acidez volátil (4,33Meq L⁻¹) reduzida, o que evidencia o controle microbiológico proporcionado pelas baixas temperaturas (Tabela 1). Adicionalmente, a MF favoreceu a extração de ácidos orgânicos, refletida no elevado valor de acidez total titulável (96,47meq L⁻¹). De acordo com González-Neves *et al.* (2015), essa técnica potencializa a liberação de compostos orgânicos presentes nas cascas, contribuindo para a estabilidade química do vinho, manutenção de menor pH e aumento do potencial de conservação. O teor alcoólico obtido (11,36°GL) confirmou que a extração controlada de nutrientes favoreceu a eficiência fermentativa (Tabela 1). Em relação aos parâmetros cromáticos, o tratamento MF apresentou menor matiz (7,05) em comparação aos demais, porém com ótima extratibilidade dos pigmentos relacionados com a cor vermelha, avaliada a 520nm (0,71) (Tabela 2).

Nos vinhos produzidos com temperatura modulada (TM), o gradiente térmico descendente teve impacto pronunciado no metabolismo fermentativo, gerando menor teor alcoólico (10,84°GL) (Tabela 1). Essa redução no rendimento alcoólico está associada ao desvio metabólico ocasionado pela variação térmica durante a fermentação. Segundo Berlot e Berovič (2011), manipulações térmicas na fermentação, como as oscilações de temperatura, alteram o metabolismo das leveduras, desviando o fluxo de carbono da via glicolítica da produção de etanol para a síntese de glicerol. Como consequência, há aumento da síntese de glicerol e redução do rendimento alcoólico total. Embora o glicerol não tenha sido quantificado, o baixo teor de açúcares residuais (1,85g L⁻¹) indicou que houve fermentação total, apesar da redução na produção de álcool. Além disso, a acidez total reduzida (90,42Meq L⁻¹) está relacionada à maior precipitação de sais tartáricos durante a estabilização, o que é corroborado pelo pH relativamente elevado (3,53) (Tabela 1). Vale ressaltar que esses vinhos tiveram reduções no IPT, comparativamente com aqueles elaborados com temperatura mais

elevada (Tabela 2). De acordo com Guerra (2003), as antocianinas são liberadas das cascas da uva nos estágios iniciais da maceração, coincidentes com a fase mais ativa da fermentação alcoólica. A extração de flavonóis, por sua vez, intensificou-se ao final da fermentação, em consequência do rompimento das membranas celulares causado pelo etanol. Nesse contexto, o aquecimento abrupto no início da fermentação alcoólica mostrou-se eficaz para extrair compostos fenólicos, especialmente aqueles responsáveis pela tonalidade (7,53) (Tabela 2).

A operação única de *pigeage* (1x) promoveu otimização da cinética fermentativa, resultando em baixo teor de açúcares residuais ($1,66\text{g L}^{-1}$), indicando fermentação completa. Esse dado corrobora com a afirmação de Harbertson *et al.* (2009) de que uma única operação diária é suficiente para otimizar o contato entre levedura e mosto. O valor de acidez volátil considerado intermediário ($5,82\text{meq L}^{-1}$) indicou que o controle microbiológico foi satisfatório, embora não tenha alcançado a mesma eficiência observada no tratamento submetido à maior intensidade de *pigeage*. A condução da operação três vezes ao dia resultou em menor produção de metabólitos indesejáveis, refletida na acidez volátil reduzida ($4,66\text{meq L}^{-1}$), em comparação ao manejo com apenas uma intervenção (Tabela 1). Esse desempenho superior pode estar associado à maior homogeneização do mosto, favorecendo a difusão do oxigênio, a dispersão de nutrientes e o contato equilibrado entre as leveduras e os compostos sólidos. Essas condições limitam o crescimento de microrganismos contaminantes e contribuem para a manutenção da estabilidade fermentativa, justificando os menores valores obtidos nesse tratamento.

Intervenções mais frequentes, embora aumentem a exposição ao oxigênio, favorecem a homogeneização do mosto e limitam o crescimento de populações microbianas indesejadas. Casassa *et al.* (2024) reportaram que o *pigeage* redistribuiu os sólidos, homogeneizando o mosto e prevenindo a formação de “pontos quentes” que levam a fermentações descontroladas causadas pelo aumento da atividade microbiológica. Os autores também observaram que a frequência de aplicação dessa técnica influencia a composição fenólica e cromática, estando associada a variações na intensidade de cor dos vinhos. Os resultados dessa pesquisa confirmam essa inferência, pois foram observadas variações significativas nas características cromáticas relativas à matiz quando comparadas ao método com menor número de intervenções, alcançando um valor de 7,58 (Tabela 2).

4 CONCLUSÕES

A alteração da proporção entre cascas e polpa foi o tratamento com melhor desempenho geral, com aumento do teor alcoólico, da acidez total titulável e da extração de compostos fenólicos e pigmentares.

A maceração pré-fermentativa a frio favoreceu a estabilidade do processo fermentativo, com redução do pH e da acidez volátil, além de maior extração de ácidos orgânicos e melhor eficiência fermentativa.

A frequência de *pigeage* com três intervenções diárias foi o mais eficaz para reduzir a acidez volátil e intensificar a tonalidade dos vinhos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. N.; BRAGAGNOLO, C.; CHAGAS, A. L. S. A Demanda por Vinho no Brasil: elasticidades no consumo das famílias e determinantes da importação. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, Piracicaba, v. 53, n. 3, p. 433-454, 2015. DOI: 10.1590/1234-56781806-9479005303004

ALTI-PALACIOS, L.; MARTÍNEZ, J.; TEIXEIRA, J. A. C.; CÂMARA, J. S.; PERESTRELO, R. Influence of Cold Pre-Fermentation Maceration on the Volatilomic Pattern and Aroma of White Wines. **Foods**, v. 12, p. 1135, 2023. DOI: 10.3390/foods12061135.

ARARIPE, C. A.; CARPINSKI, C.; CAVALHEIRO, J.; PERES, D.; TRICHES, W. Formas de maceração e métodos de remontagem. In: CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CINCIA E TECNOLOGIA DO IFSP, 12., 2021, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: Atena Editora, 2021. p 1-5.

-
- BERLOT, M.; BEROVIČ, M. *Saccharomyces cerevisiae* Inoculum Heat Shock Treatment–New Method for Enhanced Glycerol Production in Wine. **Chemical and Biochemical Engineering Quarterly**, Zagreb, v. 25, n. 1, p. 241-245, 2011.
- CASASSA, L. F.; LARSEN, R. C.; HARBERTSON, J. F. Effects of vineyard and winemaking practices impacting berry size on evolution of phenolics during winemaking. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 67, n. 3, p. 257-268, 2016. DOI: 10.5344/ajev.2016.15105.
- CASASSA, L. F.; LOMONACO, I.; VELASCO, M.; PAPAGEORGAS, D. D. Effect of Cap Management Frequency on the Phenolic, Chromatic, and Sensory Composition of Cabernet Sauvignon Wines from the Central Coast of California over Two Vintages. **Molecules**, v. 29, n. 11, p. 2509, 2024. DOI: 10.3390/molecules29112509.
- CASQUETE, R.; BENITO, M. J.; PÉREZ-NEVADO, F.; MARTÍNEZ, A.; MARTÍN, A.; DE GUÍA CÓRDOBA, M. 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**, Basel, v. 18, n. 5, p. 2783, 2021. DOI: 10.3390/ijerph18052783.
- CERBARO, D.; SAINZ, R.; ROMBALDI, C.; NOBRE, G. Influência dos manejos pré-fermentativos na qualidade de vinhos Merlot da região da Campanha. **Brazilian Journal of Food Research**, Pelotas, v. 9, n. 4, p. 88, 2018. DOI: 10.3895/rebrapa.v9n4.8092.
- COUTINHO, L. Aproveitamento de coprodutos agroindustriais na elaboração de bebidas alcoólicas fermentadas. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Madri, v. 22, n. 1, p. 3963-3984, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n1-206.
- DALTRO, C.; THEODORO, C. G.; PAVARINA, P. R. J. P.; MALAGOLLI, G. A. A vitivinicultura brasileira e suas dificuldades com a concorrência dos vinhos estrangeiros. **Revista Brasileira Multidisciplinar**, Itapetininga, v. 24, n. 1, 2021. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2021.v24i1.739.
- DI STEFANO, R.; BOSSO, A.; PANERO, L.; FOLLIS, R. Novas técnicas de vinificação dos vinhos tintos. **Vinidea.net**: Revista Internet Técnica do Vinho, Asti, n. 1, 2003. Disponível em: <https://www.infowine.com/wp-content/uploads/2024/04/libretto952-01-1.pdf>. Acesso em: 04 set. 2025.
- FELIPPETO, J.; ALEMBRANDT, R.; CIOTTA, M. N. Maturação e composição das uvas Cabernet Sauvignon e Merlot produzidas na região de São Joaquim, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 29, n. 2, p. 74-79, 2016. DOI: 10.52945/rac.v29i2.72.
- FELIPPETO, J.; CALIARI, V.; BRIGUENTI, E.; NESI, C. N. Requerimento térmico e características físico-químicas de diferentes variedades de videira em São Joaquim, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 34, n. 1, p. 61-66, 2021. DOI: 10.52945/rac.v34i1.1056.
- FERRERO, L.; BERIA D'ARGENTINA, S.; PAISSONI, M. A.; ROLLE, L.; GIACOSA, S.; RÍO SEGADE, S.; TORCHIO, F.; GERBI, V. Phenolic budget in red winemaking: Influence of maceration temperature and time. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 482, Art.144159, 2025.
- FINOT, M. **The impact of saignée on wine quality**. Winemakers Research Exchange, Crozet (2017). Disponível em: <https://winemakersresearchexchange.com/library/fermentation/the-impact-of-saignee-on-wine-quality-2017/>. Acesso em: 15 ago. 2025
- GLORIES, Y. La couleur des vins rouges. 2 partie: Mesure, origine et interpretation. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v. 18, p. 253-271, 1984.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; FAVRE, G.; PICCARDO, D.; FERRER, M.; ECHEVERRIA, G. Efecto de técnicas alternativas de maceración sobre el color y composición de vinos tintos de seis variedades de uva. **Agrociencia Uruguay**, Montevideu, v. 19, n. 1, p. 57-68, 2015.

GUERRA, C. C. Influência de parâmetros enológicos da maceração na vinificação em tinto sobre a evolução da cor e a quantidade do vinho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2023, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2023. p. 15-18.

HARBERTSON, J. F.; MIRELES, M. S.; HARWOOD, E. D.; WELLER, K. M.; ROSS, C. F. Chemical and sensory effects of saignée, water addition, and extended maceration on high brix must. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 60, n. 4, p. 450-460, 2009. DOI: 10.5344/ajev.2009.60.4.450.

MARTÍNEZ-FALCÓ, J.; SÁNCHEZ-GARCÍA, E.; MARCO-LAJARA, B.; GEORGANTZIS, N. The interplay between competitive advantage and sustainability in the wine industry: a bibliometric and systematic review. **Discover Sustainability**, Cham, v. 5, n. 1, p. 13, 2024. DOI: 10.1007/s43621-024-00196-4.

RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2010. 120 p.

RIZZON, L. A.; MANFROI, V. J. **Sistema de produção de vinho tinto**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006.

SETFORD, P. C.; JEFFERY, D. W.; GRBIN, P. R.; MUHLACK, R. A. Factors affecting extraction and evolution of phenolic compounds during red wine maceration and the role of process modelling. **Trends in Food Science & Technology**, Amsterdam, v. 69, p. 106-117, 2017. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.09.005.

SINGLETON, V. L. Effects on red wine quality of removing juice before fermentation to simulate variation in berry size. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 23, p. 106-113, 1972. DOI: 10.5344/ajev.1972.23.3.106.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Breve currículo dos autores:

João Felipeto

Enólogo. Mestre em Fitotecnia (UFRGS). Pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. Responsável Técnico pelo Laboratório de Enoquímica e Microvinificação da Epagri/Estação Experimental de São Joaquim. E-mail. joaofelipeto@epagri.sc.gov.br

Matheus Luís Docema

Eng.-agr. Doutor em Fitotecnia (USP). Mestrado em Fitotecnia (USP). Pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri. E-mail. matheusdocema@epagri.sc.gov.br

Tiago Miqueloto

Eng.-agr. Doutor em Produção Vegetal (Udesc). Mestrado em Ciência Animal (Udesc). Bolsista DTI – Fapesc. E-mail. tiagomiqueloto@gmail.com

Sabrina Lerin

Tecnol. Hort. Doutora em Fruticultura (UFpel). Mestrado em Produção Vegetal (Udesc). Bolsista DTI – Fapesc. E-mail. sabrinalerin@gmail.com

Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto

Eng.-agr. Doutor em Fitopatologia (UFLA). Mestrado em Fitopatologia (UFLA). Pesquisador na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri . E-mail. felipepinto@epagri.sc.gov.br

Contribuição de autoria – Credit:

João Felipeto: Conceituação, curadoria dos dados, análise formal, obtenção do financiamento, administração do projeto, investigação, metodologia, validação dos dados, redação do manuscrito original;

Matheus Luís Docema: Análise formal, investigação, redação do manuscrito original;

Tiago Miqueloto: Análise formal, investigação, validação dos dados, redação do manuscrito original;

Sabrina Lerin: Análise formal, investigação, redação do manuscrito original;

Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto: Análise formal, investigação, redação do manuscrito original.

Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – Fapesc.

Conflitos de interesse: Não há conflito

Licença de uso: Conforme normas da revista

Preprints: Não se aplica

Aprovação do Comitê de Ética na Investigação: Não se aplica

Consentimento para o uso de imagens: Não se aplica

Acordo com a revisão aberta: Não se aplica

Disponibilidade dos dados de investigação e outros materiais: Os dados serão disponibilizados pelos autores por solicitação

Agradecimentos: Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (Fapesc) pelo apoio financeiro e institucional, essencial para a realização desta pesquisa e para o alcance de seus objetivos.