



INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS URUPEMA
PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE BEBIDAS ALCOÓLICAS

**INFLUÊNCIA DO TEMPO DE MACERAÇÃO PÓS-
FERMENTATIVA NA COMPOSIÇÃO DE VINHOS BRANCOS
DA VARIEDADE 'RIBOLLA GIALLA'**

Henrique Nédio Demozzi

Urupema
2021

Henrique Nédio Demozzi



**Influência do tempo de maceração pós-fermentativa na composição de vinhos
brancos da variedade 'Ribolla Gialla'**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Tecnologia de Bebidas Alcoólicas, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Urupema.

Orientador:a Dra. Carolina Pretto Panceri

**Urupema
2021**

Influência do tempo de maceração pós-fermentativa na composição de vinhos brancos da variedade 'Ribolla Gialla'

Henrique Nédio Demozzi¹; Carolina Pretto Panceri¹

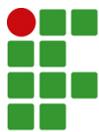
¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Câmpus Urupema. Rua do Conhecimento, s/n, Urupema, SC, CEP 88625-000, Brasil.

Resumo: Vinhos brancos são reconhecidos por apresentarem menores teores de polifenóis e capacidade antioxidante, o que está relacionado ao processo de vinificação de vinhos brancos. Por outro lado técnicas de maceração vem sendo empregadas, as quais o mosto é deixado em contato com as partes sólidas das uvas, ocorrendo a extração de compostos presentes nas cascas, contribuindo assim para o aumento dos polifenóis e mudança nas colorações dos vinhos. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do tempo de maceração pós-fermentativa nas características físico-químicas e na composição fenólica de vinhos brancos da variedade Ribolla Gialla. Os vinhos foram obtidos por meio dos mostos de Ribolla Gialla, os quais foram submetidos ao período de maceração de 30 e 60 dias (T30 e T60) e os resultados comparados ao mosto fermentado sem a presença de casca. O processo de maceração pós-fermentativa influenciou as características dos vinhos brancos de Ribolla Gialla, em especial o teor de polifenóis totais, a capacidade antioxidante e a coloração. O vinho que permaneceu em maceração pós-fermentativa 60 dias apresentou maiores concentrações das substâncias fenólicas (ácido caféico, ácido ferúlico, ácido gálico, ácido siríngico e a (+)-epicatequina) pela metodologia utilizada. Com isso, pode-se concluir que a maceração pós-fermentativa influencia positivamente as características físico-químicas, a composição de polifenóis e a capacidade antioxidante dos vinhos brancos.

Palavras-chave: vinho laranja; capacidade antioxidante; polifenóis.

Abstract: White wines are recognized for having lower levels of polyphenols and antioxidant capacity, which is related to the winemaking process of white wines. On the other hand, maceration techniques have been used, in which the must is left in contact with the solid parts of the grapes, with the extraction of compounds present in the skins, thus contributing to the increase in polyphenols and changes in the color of wines. Thus, the objective of the present study was to evaluate the influence of the post-fermentative maceration time on the physical-chemical characteristics and phenolic composition of white wines of the Ribolla Gialla variety. The wines were obtained by using the musts of Ribolla Gialla, which were subjected to the maceration period of 30 and 60 days (T30 and T60) and the results compared to the fermented wort without the presence of bark. The post-fermentative maceration process influenced the characteristics of the white wines of Ribolla Gialla, in particular the content of total polyphenols, the antioxidant capacity, and the color. The wine that remained in post-fermentative maceration for 60 days showed higher concentrations of phenolic substances (caffeic acid, ferulic acid, gallic acid, syringic acid, and (+) - epicatechin) by the methodology used. Thus, it can be concluded that post-fermentative maceration positively.

Keywords: Orange wine; antioxidant capacity; polyphenols



1. INTRODUÇÃO

A uva é rica em compostos fenólicos, os quais localizam-se principalmente na casca e sementes, e durante a vinificação, processos como maceração e prensagem podem influenciar o perfil fenólico final do vinho (BURIN *et al.*, 2014). A produção de vinhos brancos e tintos, difere principalmente pela etapa de maceração durante a fermentação alcoólica. No caso de vinhos tintos, a fermentação alcoólica ocorre com a presença das cascas e sementes, porém na elaboração de vinhos brancos, o mosto extraído da baga é fermentado sem as partes sólidas (RUŽIĆ *et al.*, 2011). A maceração é a prática enológica que consiste em deixar em contato as partes sólidas (película e semente) e líquida (mosto) da uva, sendo que durante a vinificação pode ser realizada antes, simultaneamente ou depois da fermentação alcoólica (OIV, 2019). Durante a maceração a extração desses compostos está relacionada com o binômio tempo de contato com as cascas e temperatura (OLEJAR; FEDRIZZI; KILMARTIN, 2015).

Vinhos brancos, são conhecidos por apresentarem menores teores de compostos fenólicos e atividade antioxidante, quando comparados à vinhos tintos, devido não só ao caráter varietal da uva, mas também por não realizarem maceração concomitante a fermentação alcoólica (OLEJAR; FEDRIZZI; KILMARTIN, 2016). Por outro lado, a realização de maceração pré-fermentativa a frio é típica no processamento de vinhos brancos a qual é realizada à baixas temperaturas (<15 °C) por um período de tempo que varia de algumas horas à dias (JACSON, 2011). A maceração pré-fermentativa a frio é uma extração aquosa de compostos presente nas partes sólidas da uva, aplicada com objetivo de obter vinhos brancos de baixo potencial adstringente, porém com alta intensidade aromática (DARIAS-MARTÍN *et al.*, 2000; OIV, 2019).

Com isso os principais grupos de compostos fenólicos encontrados em vinhos brancos são ácidos fenólicos, flavanóis e flavonóis. Dentre os ácidos fenólicos, destacam-se os hidroxibenzoicos, como o ácido gálico e protocateico e os hidroxicinâmicos como trans-caftarico, p-cumárico e ferúlico. Além destes, as concentrações de trans-resveratrol, catequina, epicatequina, quercetina, miricetina e campferol pertencentes a classe dos estilbenos, flavanóis e flavonóis afetam o potencial antioxidante dos vinhos, bem como suas características organolépticas sendo que processos pré-fermentativos como o tipo e tempo de maceração bem como a força de prensagem afetam seus teores (FERREIRALIMA *et al.*, 2016; AYESTARÁN



et al., 2019; MILAT *et al.*, 2019).

Apesar da maioria dos vinhos brancos ser produzida com contato mínimo das cascas e sementes, ou ausência total de maceração o resgate de técnicas de vinificação ancestrais tem se tornado cada vez mais popular. Entre elas estão os vinhos brancos macerados produzidos usando um processo de vinificação georgiano, no qual o mosto de uva é deixado em contato com as partes sólidas das uvas (cascas, sementes e às vezes os caules mais maduros também) por semanas e até meses (MILAT *et al.*, 2019). Essa técnica está se tornando um procedimento comum em diversas vinícolas, principalmente pelo fato da extração de compostos presentes nas cascas da uva (AYESTARÁN *et al.*, 2019), resultando em vinhos de coloração âmbar ou laranja, além de características sensoriais distintas e propriedades bioquímicas específicas (MILAT *et al.*, 2019).

Atualmente há poucos estudos que abordam a técnica de maceração pós-fermentativa em vinhos, sendo que a maioria dos estudos empregam esta metodologia na elaboração de vinhos tintos (FRANCESCA *et al.*, 2014; CASASSA; HUFF; STEELE, 2019). No entanto, as informações relativas ao tempo de maceração pós-fermentativa a serem empregados no processo de elaboração de vinhos brancos ainda são escassos, sendo que a técnica e o tempo de maceração podem influenciar na composição de polifenóis e na capacidade antioxidante dos vinhos elaborados. Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do tempo de maceração pós-fermentativa nas características físico-químicas e na composição fenólica de vinhos brancos da variedade Ribolla Gialla.

2. Material e métodos

2.1. Reagentes químicos

Reagente de Folin-Ciocalteu, ABTS (ácido 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazol) 6-ácido sulfônico), Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico) e os padrões analíticos dos compostos fenólicos estudados foram obtidos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA), com pureza igual ou superior a 98%: ácido caféico (331-39-5), ácido p-cumárico (501-98-4), ácido ferúlico (1135-24-6), ácido vanílico (121-34-6), ácido siringico (530-57-4), ácido protocatecuico (99-50-3), ácido gálico (149-91-7), quercetina (6151-25-3), kaempferol (520-18-3), (+)-catequina (154-23-4), (-)-epicatequina (490-46-0), tirosol (501-94-0), *trans*-resveratrol (501-36-0). Etanol, acetonitrila, ácido tartárico e ácido acético foram adquiridos da Synth



(Diadema, SP, Brasil). Água ultrapura foi obtida de um sistema de purificação Gehaka (Gehaka, São Paulo, SP, Brasil). As soluções padrão foram preparadas em vinho sintético (5 g L⁻¹ de ácido tartárico, 11% de etanol, pH 3,5). Hidróxido de sódio 0,1 M, iodo 0,02 M e indicadores amido e fenolftaleína foram de grau analítico.

2.2. Processo fermentativo e método de maceração

Uvas Ribolla Gialla foram colhidas manualmente de em um vinhedo situado em latitude 28°16'30"S, longitude 49°56'09"W e altitude 1.400 metros acima do nível do mar, no município de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil, quando o teor de sólidos solúveis totais atingiu 21.0 ± 1.0 °Brix. O experimento foi realizado com 69 kg de uvas totais, dividido em três tratamentos de 33kg cada, sendo o tratamento controle (sem a presença de cascas), com 30 dias de maceração pós-fermentativa e o último com 60 dias de maceração pós-fermentativa.

Para a obtenção do mosto as bagas foram selecionadas, desengaçadas e esmagadas, em seguida adicionou-se metabissulfito de potássio (7g hL⁻¹) e enzima pectinolítica (1,5 g hL⁻¹). O tratamento controle foi imediatamente presando. Os tratamentos de 30 e 60 dias foram acondicionados em fermentadores de polipropileno com a presença de cascas e sementes. Para o início do processo fermentativo foi adicionado aos mostos levedura *Saccharomyces cerevisiae* (20 g hL⁻¹). A fermentação alcoólica foi monitorada por densidade até a conclusão. Terminada a fermentação alcoólica, os mostos fermentados foram submetidos a dois períodos de maceração, 30 e 60 dias, para a homogeneização dos mostos os tanques eram agitados manualmente. Ao final, os vinhos foram estabilizados a frio, o teor de SO₂ livre foi ajustado para 30 mg L⁻¹ e os vinhos foram engarrafados em garrafas de vidro de coloração verde e vedados com rolhas de cortiça, e armazenados até a realização das análises.

2.3. Parâmetros enológicos

Os parâmetros enológicos clássicos seguiram as metodologias descritas pela Organização Internacional da Vinha e do Vinho (2018) e foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Bebidas do IFSC Câmpus Urupema. A densidade relativa foi determinada por densímetro de massa específica, com o líquido em temperatura ajustada conforme calibração do densímetro. O pH foi determinado utilizando potenciômetro de bancada (IMPAC®) após calibração com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0. A acidez total (mEq L⁻¹) foi determinada por



titulação com solução alcalina padronizada de hidróxido de sódio 0,1 M, utilizando fenolftaleína como indicador; a acidez volátil (mEq L^{-1}) foi determinada por titulação após a destilação da amostra por arraste a vapor, utilizando hidróxido de sódio 0,1 M padronizado, como titulante e, fenolftaleína como indicador. O açúcar residual (g L^{-1} expresso em glicose) foi determinado pela titulação direta da amostra em licor de Fehling A e B. O anidrido sulfuroso livre e total foram determinados pelo método Ripper, por titulação com iodo 0,02 M, tendo amido como indicador e os resultados foram expressos em mg L^{-1} . O teor alcoólico (% v/v a 20 °C) foi determinado por densimetria com alcoômetro após destilação.

2.4. Análises espectrofotométricas

As análises espectrofotométricas de polifenóis totais, parâmetros de cor e taninos totais foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Bebidas do IFSC Câmpus Uru-pema utilizando em espectrofotômetro UV-Vis (Biospectro - Modelo SP220). O teor de polifenóis totais foi determinado de acordo com o método de Folin-Ciocalteu, descrito por Singleton e Rossi (1965), através de reação colorimétrica e leitura da absorbância a um comprimento de 760 nm. Os resultados de polifenóis totais foram expressos em mg equivalente ácido gálico L^{-1} . A cor das amostras foi determinada pelo método da absorbância espectrofotométrica do vinho de acordo com Glories (1984). A absorbância das amostras foi medida diretamente em cubeta de 1 mm no comprimento de onda de 420 nm. Os taninos totais foram estimados a partir do índice de polifenóis totais obtido através da absorbância da amostra de vinho à 280 nm, onde cada 20 unidades de polifenóis totais representam 1 g L^{-1} de taninos (RIZZON, 2010). A atividade antioxidante foi determinada *in vitro* pelo método ABTS de acordo com Re et al. (1999), a qual está baseada na descoloração que ocorre quando o radical cátion ABTS^+ é reduzido a ABTS, sendo os resultados expressos em $\mu\text{M TEAC L}^{-1}$ (atividade antioxidante equivalente ao Trolox).

2.5. Compostos fenólicos individuais

Compostos fenólicos individuais foram determinados por cromatografia líquida de alta eficiência no Laboratório de Análises Instrumentais do IFSC Câmpus São Miguel do Oeste. Os compostos fenólicos foram determinados de acordo com a metodologia de Arcari et al. (2020), por meio de cromatógrafo líquido de alta eficiência (Agilent Technologies, St. Clara, CA, EUA)



equipado com sistema de bomba quaternária (G1311C), detector de arranjo de diodos - DAD (G1316A), amostrador automático (G7167A) e Software Agilent Lab Advisor. A fase estacionária foi composta por uma pré-coluna e coluna de fase reversa C₁₈ (tamanho de partícula de 4,6 mm x 250 mm x 5 µm) (Phenomenex, Torrance, CA, EUA). A fase móvel A consistia de água ultrapura e ácido acético (98: 2 v / v) e a fase móvel B de água ultrapura, ácido acético e acetonitrila (58: 2: 40 v / v / v). A eluição foi realizada por gradiente linear: 0-80% de solvente B por 55 min, 80-100% B por 15 min, 100-0% B por 10 min. Foi utilizada uma vazão de 0,9 mL min⁻¹. A detecção foi realizada a 280 nm (ácido gálico, tirosol, ácido protocatecuico, (+) - catequina, ácido vanílico, ácido síngico, (-) - epicatequina, 306 nm (*trans*-resveratrol), 320 nm (ácido caféico, ácido *p*-cumárico, ácido ferúlico) e 360 nm (quercetina). A identificação dos compostos fenólicos foi realizada pela comparação dos tempos de retenção de pico das amostras e dos padrões e pelo espectro DAD de cada composto, e a quantificação foi realizada por padronização externa.

2.6. Análise estatística

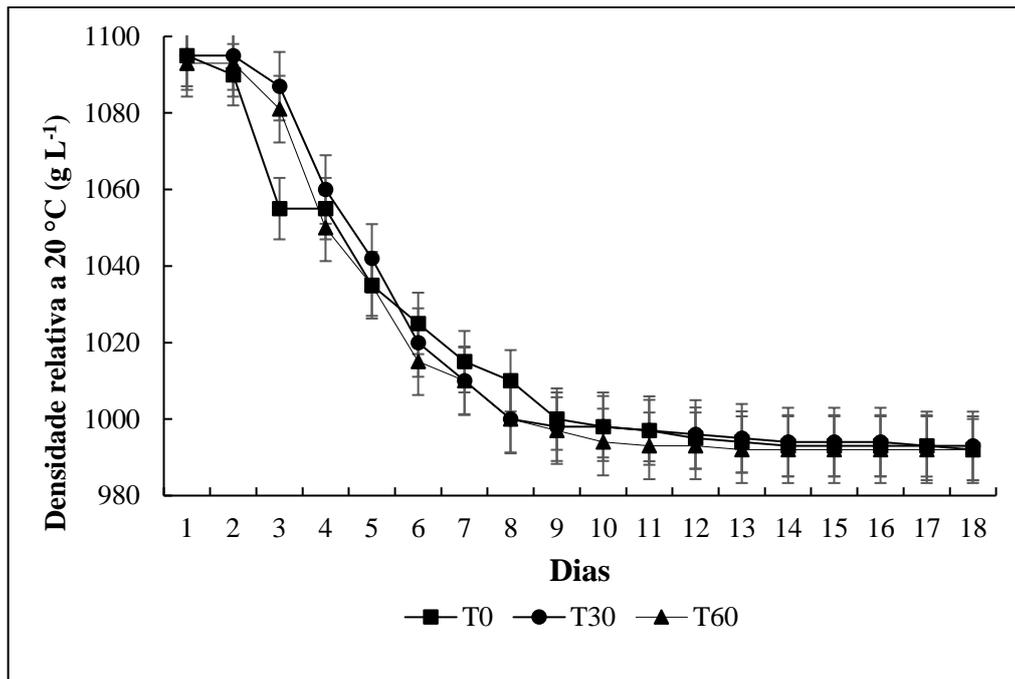
Todas as análises foram realizadas em triplicata e os resultados expressos como média ± desvio padrão. A análise de variância (ANOVA), teste de Tukey ($p < 0,05$), foram realizados utilizando o software STATISTICA[®] versão 10.0 (StatSoft Inc., Tulsa, OK, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Processo fermentativo e parâmetros enológicos

Na Figura 1 é possível observar o comportamento da densidade dos mostos durante o processo fermentativo das amostras, onde ambas as amostras iniciaram e finalizaram o processo fermentativo sem apresentar diferenças significativas ($p > 0,05$ – dados não mostrados), indicando que a presença de cascas e sementes não influenciaram a fermentação alcoólica.

Figura 1 - Densidade relativa à 20°C dos mostos (T0, T30 e T60) durante o processo fermentativo



Fonte: Próprio autor, (2021).

A Tabela 1 apresenta os dados dos parâmetros enológicos referentes às amostras de vinhos analisadas.

Tabela 1 - Parâmetros enológicos de amostras de vinho elaborados utilizando diferentes tempos de maceração.

Parâmetros	Tempo de maceração		
	T0	T30	T60
Densidade relativa a 20°C (g L ⁻¹)	989,67 ± 0,47 ^a	995,33 ± 0,94 ^c	992,00 ± 0,00 ^b
Teor Alcoólico (% v/v)	11,73 ± 0,09 ^a	12,03 ± 0,12 ^b	11,80 ± 0,00 ^{ab}
Açúcar residual (g L ⁻¹ glicose)	0,77 ± 0,01 ^a	1,56 ± 0,04 ^c	1,33 ± 0,02 ^b
Acidez Total (meq L ⁻¹)	92,00 ± 0,00 ^c	72,67 ± 0,94 ^a	88,00 ± 0,00 ^b
pH	3,38 ± 0,02 ^a	3,93 ± 0,02 ^c	3,70 ± 0,00 ^b
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	7,33 ± 0,47 ^a	10,33 ± 0,47 ^b	9,67 ± 0,47 ^b
SO ₂ Livre (mg L ⁻¹)	6,93 ± 1,51 ^a	12,27 ± 1,51 ^b	10,67 ± 0,75 ^{ab}



SO ₂ Total (mg L ⁻¹)	45,33 ± 2,00 ^a	97,60 ± 1,31 ^b	140,27 ± 3,29 ^c
---	---------------------------	---------------------------	----------------------------

Fonte: Próprio autor, (2021). Os valores foram expressos como média ± desvio padrão (n = 3). ^{a, b, c} diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

Em relação à densidade relativa à 20 °C pode-se observar que houve diferença significativa (p < 0,05) entre as amostras, sendo que o tratamento controle apresentou a menor densidade, o que segundo Rizzon; Miele, (2003) é consequência do teor alcoólico e da quantidade de açúcar residual.

Pode-se observar que todas as amostras apresentaram um teor alcoólico (11,73 - 12,03 %) de acordo com a legislação brasileira, pois a Instrução Normativa n° 14, de 2018 determina que vinhos finos devem apresentar um teor alcoólico entre 8,6 e 14% v/v a 20°C (BRASIL, 2018). Além disso, o tempo de maceração pós-fermentativa influenciou (p < 0,05) o teor de açúcar residual das amostras, sendo que a amostra que apresentou o maior teor de açúcar foi o tratamento T30, de acordo com González-Arenzana et al. (2020) o açúcar residual é um valor intrínseco de cada processo de vinificação, por meio disso pode-se observar que o tempo de contato com as partículas sólidas das uvas pode influenciar o valor do açúcar residual. Por meio do Regulamento Vitivinícola do MERCOSUL, ambas as amostras são consideradas secas, pois apresentam um teor de açúcar residual abaixo de 4 g/L de glicose (MERCOSUL, 1996).

Outro parâmetro que foi influenciado pelo tempo de maceração pós-fermentativa foi a acidez total das amostras, sendo que os tratamentos que permaneceram em contato com as cascas resultaram em uma acidez total inferior ao tratamento controle, sendo que todas as amostras estão de acordo com o Padrão de Identidade e Qualidade dos vinhos finos, que determina uma acidez total entre 40 e 130 mEq/L (BRASIL, 2018). Macerações pós-fermentativas prolongadas aumentam a extração de minerais como potássio e cálcio, os quais reagem com os ácidos orgânicos do vinho, especialmente ácido tartárico, reduzindo a acidez total dos vinhos (JACKSON, 2008). Consequentemente o pH das amostras de vinho também foi influenciado. Scutarasu et al. (2021) ao avaliarem as características de vinhos brancos tratados com enzimas encontraram teor médio de pH de 3,36, com isso pode-se observar que as amostras que permaneceram em contato com as cascas apresentaram valores superiores de pH em comparação aos relatados por estes autores.

A acidez volátil foi maior (p < 0,05) nas amostras de vinhos que realizaram a maceração pós-fermentativa, sendo o maior valor observado na amostra com 30 dias de maceração, segundo Oliveira, Souza e Mamede (2011), altos valores de acidez volátil podem ser resultado de



uma contaminação acética, entretanto todas as amostras de vinhos apresentaram valores inferiores ao valor máximo determinado pela legislação brasileira (20 mEq/L) (BRASIL, 2018). Além disso, os valores de acidez volátil expressados em g L⁻¹ de ácido acético (T0: 0,22 ± 0,01; T30: 0,31 ± 0,01; T60: 0,29 ± 0,01) foram inferiores aos relatados por Pereira et al. (2021), que ao avaliarem vinhos brancos da variedade Arinto fermentados com diferentes cepas de leveduras, encontraram um valor médio de 0,52 g L⁻¹ ácido acético.

Em relação ao teor de SO₂ livre e total pode-se observar que as amostras com maceração pós-fermentativa apresentaram valores superiores (p < 0,05) em comparação à amostra controle, sendo que o teor de SO₂ total foi maior na amostra T60, sendo que todas as amostras estão de acordo com a Lei nº 10.970 de 2004, que permite um teor máximo de 350 mg/L de dióxido de enxofre total (BRASIL, 2004). Além disso, todas as amostras apresentaram valores de SO₂ livre e total superiores ao relatado por Pereira et al. (2021), que encontrou uma média de SO₂ livre de 5,00 mg/L e SO₂ total de 21,5 mg/L. Vale ressaltar, que os valores de anidrido sulfuroso encontrados, referem-se as adições realizadas durante o processamento do vinho e segundo Ribéreau-Gayon et al. (2007), o dióxido de enxofre apresenta propriedades antissépticas e antioxidante, sendo de extrema importância para a conservação dos vinhos.

3.2. Análises espectrofotométricas

Os resultados das análises espectrofotométricas podem ser observados na Tabela 2. A maceração pós-fermentativa influenciou significativamente o teor de polifenóis, a capacidade antioxidante, a coloração e os taninos totais (p < 0,05).

Tabela 2 – Análises espectrofotométricas realizadas de amostras de vinho elaborados utilizando diferentes tempos de maceração.

Parâmetros	Tempo de maceração		
	T0	T30	T60
Polifenóis totais (mg EAG L ⁻¹)	298,71 ± 2,32 ^a	1010,85 ± 0,88 ^b	1605,66 ± 19,56 ^c
Capacidade antioxidante pelo método ABTS (µM Trolox L ⁻¹)	1075,57 ± 21,49 ^a	6330,02 ± 155,74 ^b	6548,81 ± 14,19 ^b
Cor 420	0,24 ± 0,07 ^a	0,49 ± 0,01 ^b	0,51 ± 0,04 ^c



Tanino g L ⁻¹	0,38 ± 0,01 ^a	1,36 ± 0,02 ^b	1,49 ± 0,06 ^c
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

Fonte: Próprio autor, (2021). Os valores foram expressos como média ± desvio padrão (n = 3). ^{a, b, c} diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre si, pelo teste de Tukey (p<0,05).

A maceração pós-fermentativa influenciou significativamente o teor de polifenóis e taninos totais (p < 0,05). Observa-se que o vinho elaborado com 60 dias de maceração pós-fermentativa apresentou cinco vezes mais compostos fenólicos totais que a amostra controle. Estudos demonstram que diferentes operações pré e pós-fermentativa podem influenciar a composição fenólica total de vinhos brancos. Ferreira-Lima et al. (2016) estudaram o efeito de diferentes forças de prensagem sobre a composição fenólica total de vinhos brancos das variedades Chardonnay, Manzoni e Garganega constatando que os vinhos produzidos com mostos prensados de forma mais intensa apresentam maior teor de fenólicos totais (294,5 a 348,0 mg L⁻¹ ácido gálico) quando comparado aos vinhos produzidos de mosto flor (279,0 a 294,5 mg L⁻¹ ácido gálico). Burin et al. (2017) observaram que o emprego de glutaciona em mostos de uva Niágara protegeu o teor de compostos fenólicos totais e os vinhos apresentaram concentrações de 241,3 mg L⁻¹ de polifenóis totais expressos em ácido gálico.

O período de maceração também influenciou a capacidade antioxidante dos vinhos analisados, não havendo diferenças entre os períodos de 30 e 60 dias. Um estudo realizado por Milat et al. (2019) também observou o aumento significativo da capacidade antioxidante pelo método ABTS em vinhos brancos com o período de maceração de 120 dias em relação à amostra controle, entretanto a capacidade antioxidante obtida por esses autores fora aproximadamente 2,5 vezes maior que os resultados obtidos neste estudo. Sendo assim, percebe-se que a capacidade antioxidante pode ser influenciada por um tempo maior de maceração dos vinhos brancos.

É possível observar que a cor das amostras de vinhos que realizaram a maceração pós-fermentativa são superiores à amostra controle, isso pode estar relacionado a maior extração de ácidos fenólicos das partículas sólidas da uva e conseqüentemente maior tendência ao escurecimento. Os valores de absorvância a 420 nm nos vinhos produzidos com 30 e 60 dias de maceração pós-fermentativa, foram superiores (0,24 a 0,51) aos observados por Ayestarán et al. (2019) em vinhos de Tempranillo Blanco que passaram por maceração carbônica em diferentes safras (0,12 a 0,28). Mesmo apresentando maiores valores para as faixas de cor relativas ao

amarelo, os vinhos que permaneceram 30 e 60 dias com maceração pós-fermentativa possuem parâmetros adequados para vinhos brancos.

3.3. Compostos fenólicos individuais

Em relação aos compostos fenólicos individuais das amostras de vinhos analisadas (Tabela 3), pode-se observar que as amostras que realizaram a maceração pós-fermentativa apresentaram teores superiores ($p < 0,05$) do que os encontrados na amostra controle (T0). A composição fenólica dos vinhos influencia diretamente as características sensoriais dos vinhos, como por exemplo, a coloração, características gustativas, como o amargor e adstringência, além de apresentarem diferentes benefícios à saúde humana (VILLANO, et al., 2017).

Tabela 3 – Compostos fenólicos individuais presentes nas amostras de vinho elaborados utilizando diferentes tempos de maceração.

Compostos fenólicos (mg L ⁻¹)	Tempo de maceração		
	T0	T30	T60
<i>Ácidos hidroxicinâmicos</i>			
Ácido <i>p</i> -cumárico	0,14 ± 0,01 ^a	0,77 ± 0,01 ^b	0,78 ± 0,04 ^b
Ácido cafeico	1,20 ± 0,10 ^a	1,96 ± 0,02 ^b	2,31 ± 0,02 ^c
Ácido ferúlico	0,06 ± 0,00 ^a	0,40 ± 0,02 ^b	0,45 ± 0,02 ^c
<i>Ácidos Hidroxibenzóicos</i>			
Ácido gálico	1,25 ± 0,17 ^a	7,72 ± 0,17 ^b	13,08 ± 0,69 ^c
Ácido protocatecuico	0,64 ± 0,03 ^a	10,47 ± 0,11 ^b	11,23 ± 0,66 ^b
Ácido vanílico	0,25 ± 0,01 ^a	2,33 ± 0,02 ^c	1,89 ± 0,04 ^b
Ácido siríngico	1,53 ± 0,05 ^a	2,27 ± 0,05 ^b	3,01 ± 0,17 ^c
<i>Flavanóis</i>			
(+)-Catequina	0,52 ± 0,04 ^a	3,14 ± 0,31 ^b	2,89 ± 0,26 ^b



(-)-Epicatequina	0,92 ± 0,02 ^a	3,35 ± 0,04 ^b	5,09 ± 0,29 ^c
<i>Outros</i>			
Quercetina	0,63 ± 0,01 ^a	1,81 ± 0,01 ^b	1,74 ± 0,28 ^b
Tirosol	0,16 ± 0,01 ^a	7,92 ± 0,41 ^b	8,81 ± 0,54 ^b
trans-resveratrol	0,17 ± 0,01 ^a	0,39 ± 0,01 ^c	0,33 ± 0,03 ^b

Fonte: Próprio autor, (2021). Os valores foram expressos como média ± desvio padrão (n = 3). ^{a, b, c} diferentes letras minúsculas na mesma linha indicam diferenças significativas entre as amostras (p < 0,05).

Entre as classes dos compostos fenólicos, destacam-se os ácidos fenólicos, que são classificados como ácidos hidroxicinâmicos e hidroxibenzóicos (BAYRAM; KAYALAR, 2018). O grupo dos ácidos hidroxicinâmicos, é o grupo predominante no vinho branco (GUTIÉRREZ-ESCOBAR; ALIAÑO-GONZÁLEZ; CANTOS-VILLAR, 2021), sendo que os principais ácidos hidroxicinâmicos detectados em uvas e vinhos são os ácidos cafeico, *p*-cumárico e ferúlico (RADONJIC et al., 2020). Com isso, é possível observar que o tempo de maceração pós-fermentativa influenciou significativamente (p < 0,05) os teores dos ácidos *p*-cumárico, cafeico e ferúlico, sendo que os maiores teores de ácido cafeico e ferúlico foram observados no vinho que realizou a maceração pós-fermentativa por 60 dias. Para ácido *p*-cumárico não foi evidenciada diferença significativa (p > 0,05) entre T30 e T60, sendo que estes teores foram superiores ao relatado por He et al. (2020), ao avaliarem amostras de vinhos Chardonnay tratados com diferentes tipos de bentonite.

A classe dos ácidos hidroxibenzóicos, os majoritários em amostras de uvas e vinhos são o protocatecuico, vanílico, gálico e seringico (GARRIDO; BORGES, 2013). As amostras de vinhos conduzidas pelo processo de maceração pós-fermentativa por 60 dias, apresentou o maior teor de ácido gálico, sendo que os teores de ácido gálico em ambas as amostras que maceraram após a fermentação alcoólica foram superiores ao relatado por Li *et al.* (2020) que encontraram valores médios de 1,67 mg L⁻¹ de ácido gálico para amostras de vinho branco que foram adicionadas diferentes concentrações de chips de madeiras, além disso, o teor de ácido protocatecuico detectado por estes autores foi inferior em relação aos teores encontrados para a amostra T30 e T60. Um estudo realizado por He *et al.* (2020) avaliou o tratamento de vinhos brancos com diferentes tipos de bentonite, sendo observado um média de ácido vanílico de 0,45 mg L⁻¹ para o Sauvignon Blanc, e uma média de ácido siríngico de 1,25 mg L⁻¹ para o



vinho da variedade Chardonnay, sendo que os teores de ácido vanílico e ácido siríngico observados nas amostras T30 e T60 são superiores ao relatado por estes autores. Contudo, Gutiérrez-Escobar; Aliaño-González; Cantos-Villar, (2021) relatam que a maceração pós-fermentativa pode resultar no aumento da extração dos compostos fenólicos menos solúveis em água, como por exemplo o ácido gálico e o protocatecuico.

Dentre os compostos da classe dos flavanóis, as principais moléculas são a catequina e seu enantiômero, a epicatequina (RADONJIC et al., 2020). Em relação à essa classe pode-se observar que os teores de (+)-catequina e (-)-epicatequina foram maiores nos tempos de condução do processo de maceração de 30 e 60 dias se comparado ao tratamento controle. Milat *et al.* (2019) relata que a maceração pode aumentar a concentração de catequina entre 10 a 40 vezes. Um estudo realizado por Boas *et al.* (2019), obtiveram teores de (+)-catequina ($0,58 \text{ mgL}^{-1}$) e (-)-epicatequina ($0,67 \text{ mgL}^{-1}$) para vinhos de Sauvignon Blanc de uma região vitivinícola brasileira, inferiores ao comparados para amostras de vinhos T30 e T60 realizadas neste estudo.

Em relação aos flavonóis, observou-se que as amostras de vinhos branco elaborados com 30 e 60 dias de maceração pós-fermentativa apresentaram maiores teores de quercetina, quando comparadas a amostra controle ($p < 0,05$). Os compostos flavonoides estão localizados principalmente nas cascas da uva, por isso, processos de maceração prolongados ou prensagem intensas podem resultar em vinhos com maior concentração de flavonóis. Estudo realizado por Ferreira-Lima, et al (2016) encontraram concentrações de quercetina entre $1,98$ e $2,11 \text{ g L}^{-1}$ de quercetina em vinhos brancos Chardonnay, Manzoni e Garganega, sendo que durante o tempo de armazenamento em garrafa os valores incrementaram devido a hidrólise das formas glicosiladas. Por outro lado, em vinhos brancos elaborados pelo método tradicional, com reduzido contato com as películas da uva, Banc *et al.* (2020) não detectaram a presença de quercetina em amostras de vinhos brancos de variedades de uvas da Romênia das safras de 2011 e 2012.

Em relação ao tirosol, os principais teores foram encontrados nas amostras de vinhos T60 e T30, respectivamente. O tirosol (2-4-hidroxifenol etilalcool) é um composto presente nos vinhos, produzido a partir da tirosina (4-hidroxifenil-Lfenilalanina) pelas leveduras durante a fermentação alcoólica (JACKSON, 2008), sendo que sua concentração nos vinhos já foi relatada por ser independente da variedade de uva e envelhecimento do vinho (DI STEFANO, 1999). Burin (2014) em estudo avaliando diferentes agentes clarificantes, observaram valores de tirosol entre $0,52$ e $2,41 \text{ g L}^{-1}$, sendo que os maiores valores foram encontrados em vinhos produzidos com mostos clarificados apenas com enzima.



Dentre a classes dos estilbenos o resveratrol é o composto de maior destaque, isso está relacionado aos diversos efeitos benéficos à saúde humana, sendo que conforme a estrutura desse composto, ele pode ser classificado como *cis* ou *trans*-resveratrol (RADONJIC et al., 2020). O teor de *trans*-resveratrol observado neste estudo para todas as amostras foi superior ao relatado por Šćepanović et al. (2019), que encontrou uma média de *trans*-resveratrol de 0,05 mg L⁻¹ para vinhos varietais de Krstac e Chardonnay das safras de 2015 e 2016.

Dos 11 compostos fenólicos analisados pode-se observar que a amostra com o maior tempo de maceração pós-fermentativa apresentou maiores quantidades de compostos fenólicos, estando este fato associado ao maior contato com as partículas sólidas da uva durante o período de fermentação alcoólica e pós-fermentação, pois segundo Steford *et al.* (2017), os compostos fenólicos são extraídos das partículas sólidas da baga (as cascas e as sementes). Sabe-se que além dos compostos fenólicos, a extração de compostos voláteis também é influenciada pela maceração dos vinhos (Ayestarán, et al., 2019) fatores que podem modificar os aspectos sensoriais do produto final. Testes preliminares indicaram que as amostras de vinho branco Ribolla Gialla elaborados com 30 e 60 dias de maceração pós-fermentativa apresentaram descritores sensoriais como amarelo palha com reflexos dourados, aroma floral, de mel e de lúpulo, e em boca persistente e de pouca acidez; enquanto o vinho controle apresentou-se amarelo palha, aroma floral e de frutas brancas (pêssego carambola e lichia) e em boca alta acidez (dados não mostrados).

4. CONCLUSÃO

O processo de maceração pós-fermentativa influenciou as características dos vinhos brancos de Ribolla Gialla, sendo que dentre os parâmetros avaliados, as amostras que permaneceram 30 e 60 dias em maceração pós-fermentativa apresentaram os maiores valores para o teor alcoólico, açúcar residual, teor de polifenóis totais e capacidade antioxidante, sendo que a coloração também foi influenciada pela etapa de maceração. Além disso, o vinho que realizou a maceração pós-fermentativa por maior período de tempo (60 dias) apresentou maiores concentrações de compostos fenólicos individuais. Com isso, pode-se concluir que a maceração pós-fermentativa influencia as características físico-químicas e bioativas dos vinhos brancos, sendo que mais estudos são necessários para elucidar a sua influência nas características sensoriais dos vinhos brancos com maceração pós-fermentativa, a determinação de outros componentes químicos e a evolução do vinho em diferentes condições de armazenamento.

Este estudo foi um trabalho colaborativo realizado durante a pandemia do COVID-19, inicialmente foram propostos teste em relação as características sensoriais dos vinhos analisados, entretanto a análise sensorial precisou ser interrompida devido as condições de distanciamento e trabalho remoto.

Agradecimentos

À Epagri São Joaquim pela doação das uvas Ribolla Gialla; À Villaggio Conti pela infraestrutura de vinificação; Ao IFSC São Miguel do Oeste pelas análises cromatográficas.

REFERÊNCIAS

ARCARI, S. G. et al. Aroma profile and phenolic content of Merlot red wines produced in high-altitude regions in Brazil. **Química Nova**, v. XY, n. 00, p. 1–9, 2020 (*in press*).

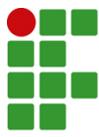
AYESTARÁN, B. et al. Effect of the winemaking process on the volatile composition and aromatic profile of Tempranillo Blanco wines. **Food Chemistry**, v. 276, n. July 2019

BANC, R. et al. Phenolic composition and antioxidant activity of red, rosé and white wines originating from Romanian grape cultivars. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v. 48, n. 2, p. 716–734, 2020.

BAYRAM, M.; KAYALAR, M. White wines from Narince grapes: Impact of two different grape provenances on phenolic and volatile composition. **Oeno One**, v. 52, n. 2, p. 81–92, 2018.

BOAS, A. C. et al. Bioactive compounds in wines produced in a new area for vitiviniculture in Brazil. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 5, p. 1356–1368, 2019.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. **Instrução Normativa nº14. Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho e Derivados da Uva e do Vinho**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 fev 2018.



BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. **Lei Nº 10.970. Altera dispositivos da Lei nº 7.678, de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho, e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 12 nov 2004.

BURIN, V. M. et al. Adição de glutathione no mosto da uva niágara: efeito na composição fenólica e no escurecimento do vinho. **Higiene Alimentar**, v. 31, p. 3829-3833, 2017.

BURIN, V. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of Vitis vinifera and Vitis labrusca grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155–163, 2014.

BURIN, V. M. Processo de clarificação do mosto: influência na composição fenólica, nitrogenada e no perfil volátil de vinhos. Compostos heterocíclicos-N,S,O, glutathione e aminoácidos, contribuição para o 'bouquet'. **Tese (doutorado)** Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Ciência dos alimentos. Florianópolis, 2014.

CASASSA, L. F.; HUFF, R.; STEELE, N. B. Chemical consequences of extended maceration and post-fermentation additions of grape pomace in Pinot noir and Zinfandel wines from the Central Coast of California (USA). **Food Chemistry**, v. 300, p. 125147, 2019.

DARIAS-MARTÍN, J. J. et al. Effect of skin contact on the antioxidant phenolics in white wine. **Food Chemistry**, v. 71, n. 4, p. 483–487, 2000.

DZEDZE, N. et al. Wine chemical, sensory, aroma compound and protein analysis of wines produced from chemical and biological fungicide treated Chenin blanc grapes. **Food Control**, v. 105, n. April, p. 265–276, 2019.

FRANCESCA, N, et al. Evolution of microbiological and chemical parameters during red wine making with extended post-fermentation maceration. **International Journal of Food Microbiology**, v. 171, p. 84-93, 2014.

FERREIRA-LIMA, N. E. et al. Impact of Pressing Conditions on the Phenolic Composition, Radical Scavenging Activity and Glutathione Content of Brazilian *Vitis vinifera* White Wines and Evolution During Bottle Ageing. **Food Bioprocess Technol**, v.9, 2016.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1844–1858, 2013.

GLORIES, Y. (1984). **La couleur des vins rouges**. *Connaissance Vigne Vin*, 18, 253e271.

GONZÁLEZ-ARENZANA L. et al. Influence of the carbonic maceration winemaking method on the physicochemical, colour, aromatic and microbiological features of tempranillo red wine. **Food chemistry**, v. 319, p. 126569, 2020.

GUTIÉRREZ-ESCOBAR, R.; ALIAÑO-GONZÁLEZ, M. J.; CANTOS-VILLAR, E. Wine Polyphenol Content and Its Influence on Wine Quality and Properties: A Review. **Molecules**, v. 26, n. 3, p. 718, 2021.

HE, S. et al. Effect of bentonite fining on proteins and phenolic composition of Chardonnay and Sauvignon Blanc wines. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 41, n. 1, p. 113–120, 2020.

JACKSON, R.S. **Wine Science: Principle and Application**, California: Academic Press, 3ed., 2008, 751 p.

LI, R. et al. Effects of oak chip treatments on quality of dry white wines during aging. **American Journal of Biochemistry and Biotechnology**, v. 16, n. 1, p. 76–86, 2020.

MERCOSUL. **MERCOSUL/GMC/RES N° 45/96 - REGULAMENTO VITIVINÍCOLA DO MERCOSUL**. Buenos Aires, 21 jun. 1996.

MILAT, A. M. et al. Effects of oxidation and browning of macerated white wine on its antioxidant and direct vasodilatory activity. **Journal of Functional Foods**, v. 59, n. January, p. 138–147, 2019.



OIV. International Organisation of Vine and Wine. (2019). **Compendium of international methods of wine and must analysis**. Edition 2019. OIV 18, Rue d'Aguesseau - 75008, Paris.

OLEJAR, K. J.; FEDRIZZI, B.; KILMARTIN, P. A. Antioxidant activity and phenolic profiles of Sauvignon Blanc wines made by various maceration techniques. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 21, n. 1, p. 57–68, 2015.

OLEJAR, K. J.; FEDRIZZI, B.; KILMARTIN, P. A. Enhancement of Chardonnay antioxidant activity and sensory perception through maceration technique. **LWT - Food Science and Technology**, v. 65, p. 152–157, 2016.

OLIVEIRA, L. C. DE; SOUZA, S. O. DE; MAMEDE, M. E. DE O. Avaliação das características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais regiões vinícolas do Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 2, p. 158–167, 2011.

PAJOVIĆ ŠĆEPANOVIĆ, R. et al. Characterization of the phenolic profile of commercial Montenegrin red and white wines. **European Food Research and Technology**, v. 245, n. 10, p. 2233–2245, 2019.

PEREIRA, C. et al. Revealing the yeast modulation potential on amino acid composition and volatile profile of Arinto white wines by a combined chromatographic-based approach. **Journal of Chromatography A**, v. 1641, p. 461991, 2021.

RADONJIĆ, S. et al. Wine or Beer? Comparison, Changes and Improvement of Polyphenolic Compounds during Technological Phases. **Molecules (Basel, Switzerland)**, v. 25, n. 21, 2020.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGEMNTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v.26, p.1231-1237, 1999.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Trattato di enologia II: Chimica del vino Stabilizzazione Trattamenti** 3.ed. Edagricole: Italia, Bologna, 2007.

RIZZON L. A., **Metodologia para análise de vinho**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 120, 2010.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 156–161, 2003.

ROBINSON, A. L. et al. Origins of grape and wine aroma. Part 1. Chemical components and viticultural impacts. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 65, n. 1, p. 1–24, 2014.

RUŽIĆ, I. et al. Phenolic content and antioxidant potential of macerated white wines. **European Food Research and Technology**, v. 233, n. 3, p. 465–472, 2011.

SCUTARAŞU, E. C. et al. Evolution of phenolic profile of white wines treated with enzymes. **Food Chemistry**, v. 340, n. May 2020, p. 127910, 2021.

SETFORD, P. C. et al. Factors affecting extraction and evolution of phenolic compounds during red wine maceration and the role of process modelling. **Trends in Food Science and Technology**, v. 69, p. 106–117, 2017.

SILVA, M. J. R. et al. Composição físico-química do mosto e do vinho branco de cultivares de videiras em resposta a porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 50, n. 11, p. 1105–1113, 2015.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 50, p. 144–158, 1965.

VILLANO, C. et al. Wine varietal authentication based on phenolics, volatiles and DNA markers: State of the art, perspectives and drawbacks. **Food Control**, v. 80, p. 1–10, 2017.