



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Tuany Yuri Kuboyama Nogueira

Vinhos de BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21): efeitos da adição de carvalhos
e fermentação na composição fenólica e nos parâmetros de cor na produção
sustentável

São José do Rio Preto
2021

Tuany Yuri Kuboyama Nogueira

Vinhos de BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21): efeitos da adição de carvalhos e fermentação na composição fenólica e nos parâmetros de cor na produção sustentável

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela

Co-orientador: Prof. Dr. Roberto da Silva

Co-orientador: Prof Dr. Sergio Gómez-Alonso

São José do Rio Preto
2021

N778v

Nogueira, Tuany Yuri Kuboyama

Vinhos de BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21): efeitos da adição de carvalhos e fermentação na composição fenólica e nos parâmetros de cor na produção sustentável / Tuany Yuri Kuboyama Nogueira. -- São José do Rio Preto, 2021

155 p. : il., tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientadora: Ellen Silva Lago Vanzela

1. Tecnologia de alimentos. 2. Vinho e vinificação - Química. 3. Compostos fenólicos. 4. Sustentabilidade. 5. Plataforma de microvinificação. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Tuany Yuri Kuboyama Nogueira

Vinhos de BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21): efeitos da adição de carvalhos e fermentação na composição fenólica e nos parâmetros de cor na produção sustentável

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos, área de concentração Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof^a. Dr^a. Ellen Silva Lago Vanzela
UNESP – São José do Rio Preto
Orientadora

Prof^a. Dr^a. Natália Soares Janzantti
UNESP – São José do Rio Preto

Prof^a. Dr^a. Suzana Lucy Nixdorf
UEL – Londrina

Prof^a. Dr^a. Edimar Aparecida Filomeno Fontes
UFV – Viçosa

Prof^a. Dr^a. Érica Nascif Rufino Vieira
UFV – Viçosa

São José do Rio Preto
01 de dezembro de 2021

AGRADECIMENTOS

À Deus, que esteve comigo iluminando a minha trajetória e principalmente me dando força e sabedoria para vencer todas as dificuldades.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Ellen da Silva Lago Vanzela pela orientação, incentivo, paciência e oportunidade, além do ensinamento que pude aprender durante estes anos de Doutorado.

Aos meus pais, Rosângela e Carlos, por sempre estarem presentes em todo o trajeto da minha caminhada (até colocando a mão no vinho, rs), não deixando faltar amor, incentivo, carinho, apoio, compreensão, dedicação, confiança e, sobretudo, por sempre acreditarem na minha vitória.

À toda minha família, em especial ao meu irmão Danilo, minhas avós Clarice e Dalva, meu tio Rogério (Róger) e Pedrinho, por todo apoio e por sempre se fazerem presentes mesmo com a distância.

À Alessa por toda ajuda, cuidado, parceria, companheirismo, carinho e confiança.

Aos professores co-orientadores Prof. Dr. Roberto da Silva, Prof. Dr. Isidro Hermosín Gutiérrez e Sergio Gómez-Alonso pelos ensinamentos e apoios, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

À Vinícola Góes (São Roque), por ceder gentilmente às amostras utilizadas no trabalho, em especialmente ao Fernando Góes por toda a assistência.

Aos membros da banca, por terem aceitado participar da defesa da minha tese, contribuindo para a melhoria do trabalho por meio de sugestões valiosas.

Às meninas do Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças, por todo ensinamento, ajuda e suporte.

À Gisele Fernanda, Maju Rossi, Amanda (Raisa), Camila Miyada, Ana Paula, Iasnaia Tavares, Patrícia Dodorico, Thiago Ohe, Diego, Roni, Kayque Medeiros por todo suporte, carinho e amizade.

A todos que mesmo de longe, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001."

RESUMO

Dentre as possíveis articulações para promover uma alimentação mais saudável no Brasil destaca-se o incentivo à produção de alimentos locais ou regionais derivados de frutas. Dentre inúmeras frutas produzidas no país, a uva BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21) tem se destacado devido ao elevado conteúdo de compostos fenólicos (CF) e ao potencial para elaboração de produtos derivados. Com o intuito de agregar valor a esta uva brasileira a partir de uma proposta de processamento que vise a sustentabilidade e a economia circular, este estudo objetivou: a) estudar as alterações CF e outras características de qualidade de vinhos de BRS Violeta, que foram submetidos as fermentações alcoólica (FA) e malolática (FM) e, tratados com carvalhos de origem americana (*Quercus alba*) e francesa (*Quercus petraea*) na forma granulada não tostada durante armazenamento sob diferentes temperaturas; b) utilizar o coproduto gerado da vinificação do presente estudo como matéria-prima para a elaboração de três produtos alimentícios, e desenvolver e testar uma plataforma de microvinificação de baixo custo como proposta de tecnologia social. Na primeira etapa no estudo foi avaliado as alterações qualitativas e quantitativas das antocianinas (ANT) presentes em vinhos BRS Violeta, tratados com os dois tipos de carvalho após apenas a FA, durante 180 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C, por meio de cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodo acoplado à sistema de ionização por eletronebulização e espectrômetro de massas (CLAE-DAD-SIE-EM/EMⁿ). A partir dos resultados pode-se inferir que o vinho tratado com carvalho francês resultou em uma melhora na estabilidade das ANT, com predominância das derivadas da malvidina e as aciladas cumariladas. Em uma segunda etapa, a qualidade de vinhos BRS Violeta com inibição e indução da FM, tratados com carvalho granulado francês, foram avaliados por meio da determinação de características físico-químicas básicas, além da concentração dos principais CF (ANT, flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos, flavan-3-óis e procianidinas) presentes no vinho por meio de CLAE-DAD-FD. As análises foram realizadas nos vinhos durante 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C. A partir dos resultados, pode-se observar que a FM ocorreu de forma adequada diante do perfil de CF da uva BRS Violeta, com um vinho apresentando boa acidez total (AT) e volátil. Diferentemente do que ocorre normalmente para os vinhos tintos de uvas viníferas, a concentração de ANT, determinada a partir das ANT majoritárias, do vinho não diminuiu em comparação ao vinho apenas com FA, porém

houve perda de quase a totalidade destes compostos após 120 dias à 50 °C. Os resultados indicam também que todos os vinhos tintos produzidos apresentaram uma ótima estabilidade dos flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos, flavan-3-óis e procianidinas ao longo do tempo de armazenamento, permanecendo praticamente estáveis ou com aumentos pontuais de determinados compostos até o final dos 120 dias, mesmo nas temperaturas de 50 °C. Por fim, uma plataforma de microvinificação foi desenvolvida para a produção de vinho de BRS Violeta e seu coproduto foi utilizado para a elaboração de produtos de fácil produção e aceitação, visando criar novas possibilidades de geração de renda a pequenos produtores a partir de um processamento da uva mais sustentável.

Palavras-chave: Vinhos BRS Violeta. Carvalho. Fermentação. Elaboração de produtos. Plataforma de microvinificação.

ABSTRACT

Among the possible articulations to promote a healthier diet in Brazil, the incentive for the production of local or regional foods derived from fruits stands out. Among numerous fruits produced in the country, the BRS Violeta grape (BRS Rúbea x IAC 1398-21) has stood out due to its high content of phenolic compounds (PC) and the potential for the elaboration of derived products. In order to add value to this Brazilian grape from a processing proposal aimed at sustainability and circular economy, this study aimed to: a) study the PC changes and other quality characteristics of BRS Violeta wines, which were submitted alcoholic (AF) and malolactic (MF) fermentations, and treated with American (*Quercus alba*) and French (*Quercus petraea*) oaks in unroasted granulated form during storage at different temperatures; b) use the co-product generated from the vinification of the present study as raw material for the elaboration of three food products, and develop and test a low-cost microvinification platform as a social technology proposal. In the first stage of the study, the qualitative and quantitative changes in anthocyanins (ANT) present in BRS Violeta wines, treated with both types of oak after AF alone, were evaluated for 180 days at 16 °C, 25 °C and 50 °C, by means of high performance liquid chromatography with a diode array detector coupled to an electrospray ionization system and a mass spectrometer (HPLC-DAD-SIE-MS/EMⁿ). From the results, it can be inferred that the wine treated with French oak resulted in an improvement in the stability of ANTs, with a predominance of malvidin derivatives and acylated coumarylated. In a second step, the quality of BRS Violeta wines with inhibition and induction of MF, treated with French granulated oak, were evaluated by determining basic physicochemical characteristics, in addition to the concentration of the main PC (ANT, flavonols, phenolic acids, stilbenes, flavan-3-ols and procyanidins) present in wine by means of HPLC-DAD-FD. The analyzes were carried out on the wines for 120 days at 16 °C, 25 °C and 50 °C. From the results, it can be observed that the MF occurred in an adequate way in the face of the PC profile of the BRS Violeta grape, with a wine presenting good total acidity (TA) and volatile. Differently from what normally occurs for red wines from vinifera grapes, the concentration of ANT, determined from the majority ANTs, of the wine did not decrease compared to wine with AF alone, but there was a loss of almost all of these compounds after 120 days at 50 °C. The results also indicate that all red wines produced showed excellent stability of flavonols, phenolic acids, stilbenes, flavan-3-ols and procyanidins

over the storage time, remaining practically stable or with punctual increases of certain compounds until the end of the storage period 120 days, even at temperatures of 50 °C. Finally, a microvinification platform was developed for the production of BRS Violeta wine and its co-product was used for the elaboration of products of easy production and acceptance, aiming to create new possibilities of income generation for small producers from a processing of the more sustainable grape.

Keywords: BRS Violeta wines. Oak. Fermentation. Product elaboration. Microvinification platform.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 Principais classes de compostos presentes nos vinhos.....	12
Figura 1.2 Reação de descarboxilação do ácido málico.....	21
Figura 1.3 Fatores que influenciam no envelhecimento do vinho com madeira de carvalho.....	25
Figura 3.1 Análise dos componentes principais aplicada às proporções molares de ANT, concentrações de CFT, ANT totais, ANT poliméricas e parâmetros de cor nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição e indução da FM, controle e tratado com carvalho granulado francês em relação às temperaturas de (a) 16 °C, (b) 25 °C e (c) 50 °C, nos tempos 0, 5, 15, 30, 60 e 120 dias.....	83
Figura 4.1 Coproduto da vinificação em tinto de BRS Violeta (a) e pasta obtida a partir do coproduto (b).....	78
Figura 4.2 Etapas de elaboração da massa de pizza com a pasta.....	83
Figura 4.3 Etapas de elaboração do bolo com a pasta.....	84
Figura 4.4 Etapas de elaboração do doce tipo brigadeiro com a pasta.....	84
Figura 5.1 Uva BRS Violeta.....	92
Figura 5.2 Reatores fermentativos elaborados com torneira (a) e registro esfera de PVC (b).....	93
Figura 5.3 Suporte interno perfurado.....	94
Figura 5.4 Etapas de pesagem dos cachos (a) e desengace manual da uva BRS Violeta (b).....	97
Figura 5.5. Etapa de esmagamento da uva BRS Violeta para obtenção do mosto (a) e etapa de sulfitagem do mosto em reator fermentativo.....	97
Figura 5.6 Remontagem (a) e prensagem (b).....	98
Figura 5.7 Recipientes providos de batoques hidráulicos.....	98
Figura 5.8 Borra isolada após a trasfega do vinho (a) e estabilização do vinho (b).....	99

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 Principais antocianidinas (forma de cátion flavílio) presentes nas uvas.....	14
Tabela 1.2 Esquema geral de vinificação em tinto.....	17
Tabela 1.3 Estudos sobre elaboração de vinhos tratados com carvalho.....	27
Tabela 2.1 Características espectrais EM/EM das ANT identificadas nos vinhos tintos de BRS Violeta, analisadas em 0 (Controle), 30 e 180 dias de armazenamento a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD-SIE-EM/EM ⁿ , proporção molar (porcentagem de cada ANT individual em relação ao conteúdo total) e concentração total (em mg equivalente de mv-3,5-diglc·L ⁻¹). Dado como valor médio ± desvio padrão (n = 3).....	39
Tabela 3.1 Caracterização dos vinhos jovens de BRS Violeta, com indução e inibição da FM, antes (Controle) e após o tratamento com carvalho granulado francês (Tratado com carvalho).....	55
Tabela 3.2 Principais ANT identificadas nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	61
Tabela 3.3 Principais ANT identificadas nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	62
Tabela 3.4 Principais flavonóis identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	63
Tabela 3.5 Principais flavonóis identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	64
Tabela 3.6 Principais ácidos fenólicos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	65
Tabela 3.7 Principais ácidos fenólicos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	66

Tabela 3.8 Principais estilbenos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	67
Tabela 3.9 Principais estilbenos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	68
Tabela 3.10 Principais flavan-3-óis e procianidinas identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD-FD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	69
Tabela 3.11 Principais flavan-3-óis e procianidinas identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD-FD, e concentração total individual (em mg·L ⁻¹ , média ± desvio padrão (n = 2)).....	70
Tabela 4.1 Valores médios da composição centesimal e valor energético dos produtos desenvolvidos com a pasta.....	85
Tabela 5.1 Resultados das análises enológicas determinadas nos vinhos tintos jovens de BRS Violeta em valores médios (desvio-padrão).....	100

LISTA DE ABREVIATURAS

3,5-diglc	3,5-diglicosídeo
3-acglc-5-glc	3-(6''-acetil)-glicosídeo-5-glicosídeo
3-cmglc-5-glc	3-(6''- <i>p</i> -cumaroil)-glicosídeo-5-glicosídeo
3-glc	3-glicosídeo
A	Vinho tratado com carvalho americano
AA	Atividade antioxidante
EAG	Equivalente de ácido gálico
ANT	Antocianinas
C	Vinho controle
CF	Compostos fenólicos
CFT	Compostos fenólicos totais
Cy	Cianidina
Dp	Delfinidina
Eq	Equivalente
F	Vinho tratado com carvalho francês
FA	Fermentação alcoólica
FM	Fermentação malolática
Mv	Malvidina
ND	Não detectado
PEAD	Polietileno de alta densidade
Pg	Pelargonidina
Pn	Peonidina
Pt	Petunidina
Pyrdp	Piranodelfinidina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	4
2. OBJETIVOS.....	6
2.1 Objetivo geral	6
2.2 Objetivos específicos	6
3. ESTRUTURA DA TESE	7

CAPÍTULO I: Revisão de literatura.

1. PANORAMA MUNDIAL E NACIONAL DE VINHOS	10
2. PRODUÇÃO DE VINHO TINTO.....	11
2.1 Influência dos CF presentes nas uvas para a composição química e qualidade final dos vinhos	11
2.2 Legislação brasileira para produção de vinho de mesa.....	16
2.3 Principais etapas para produção de vinho tinto de mesa	17
2.3.1 FA	18
2.3.2 FM.....	20
2.3.3 Tratamento do vinho com carvalho	24
3. COPRODUTO DA VINIFICAÇÃO.....	30

CAPÍTULO II: Vinhos de BRS Violeta tratados com carvalho granulado americano e francês: Influência nas ANT.

RESUMO	32
1. INTRODUÇÃO	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	34
2.1 Químico	34
2.2 Elaboração dos vinhos de BRS Violeta	35
2.3 Tratamento do vinho BRS Violeta com carvalho granulado não tostado de duas origens diferentes	35
2.4 Monitoramento das alterações nos perfis qualitativos e quantitativos das principais ANT dos vinhos tintos BRS Violeta jovens e envelhecidos em diferentes temperaturas de armazenamento	36
2.5 Análise de dados	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	38

3.1 Caracterização físico-química da uva e do vinho tinto produzido.....	38
3.2 Alterações no perfil qualitativo e quantitativo de ANT presentes nos vinhos tintos de BRS Violeta	38
4. CONCLUSÃO	45

CAPÍTULO III: Composição fenólica de vinho BRS Violeta: efeito da fermentação (alcoólica e malolática) e do tratamento com carvalho francês.

RESUMO	47
1. INTRODUÇÃO	48
2. MATERIAL E MÉTODOS	49
2.1 Químico	49
2.2 Processo de vinificação da uva BRS Violeta em vinho tinto e tratamento com carvalho.....	50
2.3 Monitoramento da evolução nos perfis qualitativos e quantitativos dos principais CF presentes nos vinhos dos vinhos durante o armazenamento em diferentes temperaturas.....	52
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	53
3.1 Caracterização físico-química dos vinhos produzidos.....	53
3.2 Alterações no perfil qualitativo e quantitativo dos principais CF presentes nos vinhos tintos de BRS Violeta.....	59
4. CONCLUSÃO	73

CAPÍTULO IV: Aproveitamento da pasta do coproduto da vinificação em tinto da uva BRS Violeta na elaboração de produtos alimentícios.

RESUMO	75
1. INTRODUÇÃO	76
2. MATERIAL E MÉTODOS	77
2.1 Coproduto da vinificação e obtenção da pasta.....	77
2.2 Determinação do teor de CFT, ANT e teor de fibras alimentar da pasta.....	78
2.3 Desenvolvimento dos produtos alimentícios	79
2.4 Composição centesimal, valor energético e teor de CFT dos produtos alimentícios	80
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	80
4. CONCLUSÃO	88

CAPÍTULO V: Desenvolvimento e verificação da aplicabilidade de plataforma de microvinificação em tinto para uso por produtores rurais

RESUMO	90
1. INTRODUÇÃO	91
2. MATERIAL E MÉTODOS	92
2.1 Uva e outros insumos.....	92
2.2 Desenvolvimento da plataforma de microvinificação	93
2.3 Produção e caracterização do vinho tinto de BRS Violeta	94
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	96
3.1 Processo de produção dos vinhos	96
4. CONCLUSÃO	102
CONCLUSÃO GERAL	103
REFERÊNCIAS	103
ANEXO I	120

1. INTRODUÇÃO GERAL

O vinho é considerado um produto complexo e a sua qualidade depende, além das características inerentes de cada espécie e variedade de uvas, do grau de maturação e do estado sanitário da uva, do “*terroir*” e das práticas culturais e enológicas aplicadas. Existem numerosos procedimentos de vinificação que resultam em produtos muito variados. Estes vinhos distinguem-se pelo modo de separação aplicada às partes do cacho de uva (engajo, casca, polpa e semente), pelo uso que se faz destas partes, isto é, se o vinho é obtido apenas a partir da polpa da uva ou de uma extração fracionada das substâncias presentes nas cascas e nas sementes, incluindo o engajo. Assim como os vinhos podem se diferenciar pelo tipo de fermentação e pela forma como são armazenados e envelhecidos (LAGO-VANZELA; BAFFI; SILVA, 2015).

Diferentemente do que antigamente se pensava, a busca por produtos diferenciados de qualidade que proporcionem a criação de uma identidade regional própria tem sido uma importante estratégia para o mercado nacional (LAGO-VANZELA; BAFFI; SILVA, 2015). Na última década e mais pronunciadamente nos últimos anos houve um aumento no consumo de vinho finos e de mesa no Brasil, porém especialmente os de mesa devido ao valor mais acessível. Tendências tecnológicas, comportamentais e culturais estão alterando o mercado de forma acelerada e influenciando de forma decisiva sobre o consumo das bebidas, incluindo os vinhos.

O Instituto Brasileiro do Vinho (Ibravin) busca incentivar no país o consumo de vinhos de mesa nacionais, quebrando a barreira do consumo sofisticado de vinhos e o aproximando ao consumo no dia a dia. Uma das estratégias de mercado atual é investir em campanhas que explorem a qualidade e singularidades do vinho brasileiro, no qual trabalha-se o conceito “Seu vinho, suas regras”. Busca-se acabar com as ideias tradicionais do consumo do vinho, sempre ligado a ambiente aristocrático e à sofisticação e agregar valor ao produto nacional (FILTER *et al.*, 2017).

O grupo de pesquisa no qual este estudo está envolvido, juntamente com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), tem explorado as potencialidades de uma uva brasileira tintoreira denominada BRS Violeta, que foi obtida a partir do cruzamento entre BRS Rúbea x IAC 1398-21 (CAMARGO; MAIA; NACHTIGAL, 2005) para a produção de vinho. Esta uva apresenta expressivo conteúdo de CF (REBELLO *et al.*, 2013) e já se mostrou uma matéria-prima viável para elaboração

de vinhos jovens (LAGO-VANZELA *et al.*, 2013, LAGO-VANZELA *et al.*, 2014; DE-CASTILHOS *et al.*, 2017; DE-CASTILHOS *et al.*, 2019) e apresenta boas perspectivas para o envelhecimento alternativo com carvalho granulado (NOGUEIRA, 2017).

Sabe-se que a inter-relação entre os compostos presentes nos vinhos que são oriundos, por exemplo, das uvas, da ação de leveduras e bactérias inoculadas nas etapas fermentativas ou transferidos do carvalho podem apresentar um efeito simbiótico que potencializa a cor do produto final (LI *et al.*, 2020; JU *et al.*, 2021). De acordo com Sánchez-Gómez *et al.* (2020), a cor é uma das características mais importante nos vinhos tintos, na qual além de estar relacionada aos primeiros atributos a serem apreciados pelos consumidores, pode ser utilizada como marcador de idade no vinho. No entanto, o número de estudos sobre este tema dedicados a uvas não-viníferas não é uma discussão recorrente. A ampliação do conhecimento sobre o processamento de uvas brasileiras para a elaboração de vinhos com foco para a obtenção de produtos com estrutura química que lhes confira uma coloração atrativa e elevada concentração de CF, ainda com personalidade própria e complexidade sensorial é condição *sine qua non* para alavancar a qualidade dos vinhos brasileiros.

Diante do exposto, o objetivo geral do projeto foi avaliar a evolução dos CF, especialmente as ANT, em vinhos tintos de uva BRS Violeta jovens, com inibição e indução de FM, e tratados (30 dias/15 °C) com carvalho granulado não tostado americano (*Quercus alba*) e francês (*Quercus petraea*), seguido de armazenamento em condições aceleradas sob três temperaturas, utilizando tanto técnicas espectroscópicas quanto técnicas cromatográficas acoplada a detector de arranjo de diodos (DAD), de fluorescência (FD) e à espectrometria de massas (EM). Visando agregar valor a esta uva brasileira a partir de uma proposta de processamento que vise a sustentabilidade e a economia circular, o coproduto gerado do processo de vinificação foi utilizado para o desenvolvimento de produtos alimentícios e uma plataforma de microvinificação artesanal como proposta de tecnologia social foi desenvolvida.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente estudo teve como objetivos estudar as alterações nos CF e em outras características de qualidade de vinhos de BRS Violeta produzidos com inibição e indução da FM e tratados com carvalhos granulados não tostados durante armazenamento sob condições aceleradas de temperatura. Assim como utilizar o coproduto gerado da vinificação como matéria-prima para a elaboração de produtos alimentícios, bem como desenvolver e testar uma plataforma de microvinificação como proposta de tecnologia social.

2.2 Objetivos específicos

1) Avaliar a evolução dos perfis qualitativo e quantitativo das ANT e compostos derivados, utilizando CLAE-DAD-SIE-EM/EMⁿ, de vinhos de BRS Violeta produzidos a partir das fermentações alcoólica em vinhos BRS Violeta, tratados com carvalho granulado americano (*Quercus alba*) e francês (*Quercus petraea*) não tostados (30 dias/15 °C), após a FA por 180 dias a três temperaturas (16 °C, 25 °C e 50 °C, simulando, respectivamente, o armazenamento nas vinícolas, o armazenamento nos estabelecimentos comerciais ou domicílios e o envelhecimento acelerado dos vinhos);

2) Monitorar os perfis qualitativo e quantitativo dos principais CF (ANT, flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos flavan-3-óis e procianidinas dímeras do tipo A e B) de vinhos de BRS Violeta produzidos com inibição e indução da FM, bem como tratados com carvalho francês e armazenamento por 120 dias em três diferentes temperaturas (16 °C, 25 °C e 50 °C), utilizando CLAE-DAD-FD;

3) Aplicar o coproduto oriundo do processo de vinificação da uva BRS Violeta para o desenvolvimento de três diferentes produtos alimentícios (bolo, doce tipo brigadeiro e massa de pizza) e realizar sua composição centesimal;

4) Desenvolver uma plataforma de microvinificação de baixo custo, buscando incentivar os pequenos produtores rurais a produzirem vinhos artesanais.

3. ESTRUTURA DA TESE

Os resultados obtidos nesta tese foram organizados em cinco capítulos visando uma melhor distribuição e entendimento dos assuntos abordados.

CAPÍTULO I: Revisão de literatura. Neste Capítulo é apresentada uma revisão sobre a panorama mundial e nacional dos vinhos, bem como, um entendimento básico sobre a produção de vinhos com foco na influência de três etapas (FA, FM e tratamento com carvalho) na composição fenólica e em alguns parâmetros de qualidade dos vinhos, além da valorização do coproduto para tornar o processo mais sustentável.

CAPÍTULO II: Vinhos de BRS Violeta tratados com carvalho granulado americano e francês: Influência nas ANT. Neste Capítulo está apresentado os resultados referentes ao efeito do tratamento com carvalho de duas origens (americano e francês) tratados (30 dias/15 °C) nos perfis quantitativo e qualitativo das ANT e compostos derivados presentes em vinhos tintos de BRS Violeta produzidos sem indução da FM, durante armazenamento por 180 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C. As alterações nestes compostos presentes nos vinhos foram determinadas, utilizando CLAE-DAD-SIE-EM/EMⁿ.

CAPÍTULO III: Composição fenólica de vinho BRS Violeta: efeito da fermentação (alcoólica e malolática) e do tratamento com carvalho francês. Neste Capítulo, determinou-se os perfis qualitativo e quantitativo dos principais compostos (ANT, flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos flavan-3-óis e procianidinas dímeras do tipo A e B) utilizando CLAE-DAD-FD de vinhos de BRS Violeta produzidos com inibição e indução da FM, bem como tratados com carvalho francês por 120 dias em três diferentes temperaturas (16 °C, 25 °C e 50 °C).

CAPÍTULO IV: Aproveitamento da pasta do coproduto da vinificação em tinto da uva BRS Violeta na elaboração de produtos alimentícios. Neste Capítulo, realizou-se o aproveitamento do coproduto da vinificação em tinto da uva BRS Violeta para o desenvolvimento de três produtos alimentícios de fácil preparo e baixo custo, buscando assim aumentar a renda familiar do produtor rural. A determinação da composição centesimal destes produtos foi realizada.

CAPÍTULO V: Desenvolvimento e verificação da aplicabilidade de plataforma de microvinificação em tinto para uso por produtores rurais. Neste Capítulo apresenta-se uma plataforma de microvinificação de baixo custo, visando estimular pequenos produtores rurais a produzirem vinhos artesanais e, por conseguinte, incrementar as possibilidades de aumento de renda.

CAPÍTULO I

Revisão de Literatura

1. PANORAMA MUNDIAL E NACIONAL DE VINHOS

A produção mundial de vinho, em 2018, foi a maior desde 2000, com 28,2 bilhões de litros produzidos. Dentre os maiores produtores de vinhos estão a Itália, França, Espanha, Estados Unidos e Austrália, estando o Brasil na 15ª posição do ranking de produção de vinho, com 3,4 milhões de litros produzidos (OIV, 2018).

No Brasil, a viticultura possui uma estrutura de produção e comercialização muito diferenciada dos países produtores de vinho tradicionais, porque se caracteriza pela coexistência de dois segmentos diferenciados. Um dos segmentos é baseado na produção de vinhos elaborados com uvas viníferas (*Vitis vinífera*), que apresenta qualidade diferenciada e alto valor agregado (ALENCAR *et al.*, 2019; GUTIÉRREZ-GAMBOA *et al.*, 2020). Em contraste com a vinificação tradicional, o outro segmento é representado pela produção de vinhos de mesa a partir de uvas não viníferas, como *Vitis labrusca*, *Vitis bourquina*, híbridos interespecíficos (cruzamento de variedades americanas), muito apreciados por grande parte dos consumidores de vinhos brasileiros em virtude do paladar mais adocicado e do preço acessível (FILTER *et al.*, 2017).

Na safra 2017/18, o Brasil atingiu a maior colheita de uva da história, a qual, além do volume recorde, apresentou qualidade excepcional, com 1,68 milhão de toneladas. A produção nacional de uvas destinadas ao processamento de vinho, suco e derivados foi de aproximadamente 48,74% do total. O restante, 51,26%, representa o mercado de uvas de mesa para consumo *in natura* (FILTER, 2017). Em 2020, a uva colhida no Brasil se destacou pela safra de alta qualidade registrada no Rio Grande do Sul (RS), o maior produtor. Os gaúchos constataram um decréscimo de 25,9% na produção de uvas americanas ou híbridas, entretanto houve um incremento de 44,4% nas viníferas. A elaboração de vinhos aumentou, atingindo 338 milhões de litros (com destaque para tintos de vinhos de mesa com elevação de 51% sobre 2019, e rosados finos, 40%) (KIST *et al.*, 2021).

Há no país outras regiões produtoras de vinhos que estão alcançando bons resultados, tal como a região do Vale do São Francisco, que por meio de irrigação e de formas avançadas de manejo, tem duas safras por ano; e os Estados de São Paulo e Minas Gerais, que com recurso da poda invertida, conseguem colheitas no meio do ano, sendo atrativos turísticos em regiões diferentes. As diferenciadas cultivares/variedades, condições edafoclimáticas de cada região e tecnologias empregadas para a produção dos vinhos expressam claramente a pluralidade brasileira (FILTER *et al.*, 2017).

O Estado de São Paulo, em particular, ainda permanece na condição de maior produtor de frutas do Brasil, com 1,48 milhões de toneladas em 2019 e revelou-se uma região promissora para o desenvolvimento de projetos vinícolas de alta qualidade% (KIST *et al.*, 2021). Na região do Noroeste Paulista, por exemplo, a produção de uvas, sucos e vinhos já vem sendo incentivada há vários anos, por entidades ligadas à agricultura e a pesquisa como Sindicatos Rurais, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), Estação Experimental de Viticultura Tropical (EVT - EMBRAPA) e Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto (IBILCE/UNESP). Esta Região tornou-se um importante centro de produção de uvas e vinhos artesanais. Já a região de São Roque é conhecida por concentrar várias vinícolas e oferecer atrativos turísticos durante o ano inteiro (FILTER *et al.*, 2017). De acordo com Costa *et al.* (2012), a viticultura tem apresentado grande importância na agricultura familiar. No entanto, os viticultores frequentemente necessitam de apoio especializado para aprimorar a produção da uva, bem como melhorar suas técnicas enológicas para elevar a qualidade dos vinhos produzidos.

Embora o consumo médio de garrafas de vinho por ano por habitante no Brasil seja demasiadamente baixo, de apenas 2, comparado aos principais países (Portugal, França e Itália) consumidores de vinhos (que ultrapassam 50 garrafas), deve-se ressaltar que o país contém 32 milhões de consumidores esporádicos de vinho e outros 90 milhões de habitantes aptos em idade e que ainda não consomem essa bebida. Diante destes dados, o setor vitivinícola nacional sabe que a possibilidade de crescimento é imensurável (FILTER *et al.*, 2017).

Como forma de estratégia comercial, as vinícolas buscam cada vez mais elevar a qualidade e o consumo interno dos vinhos brasileiros a fim de consolidar uma identidade regional (ALENCAR *et al.*, 2019).

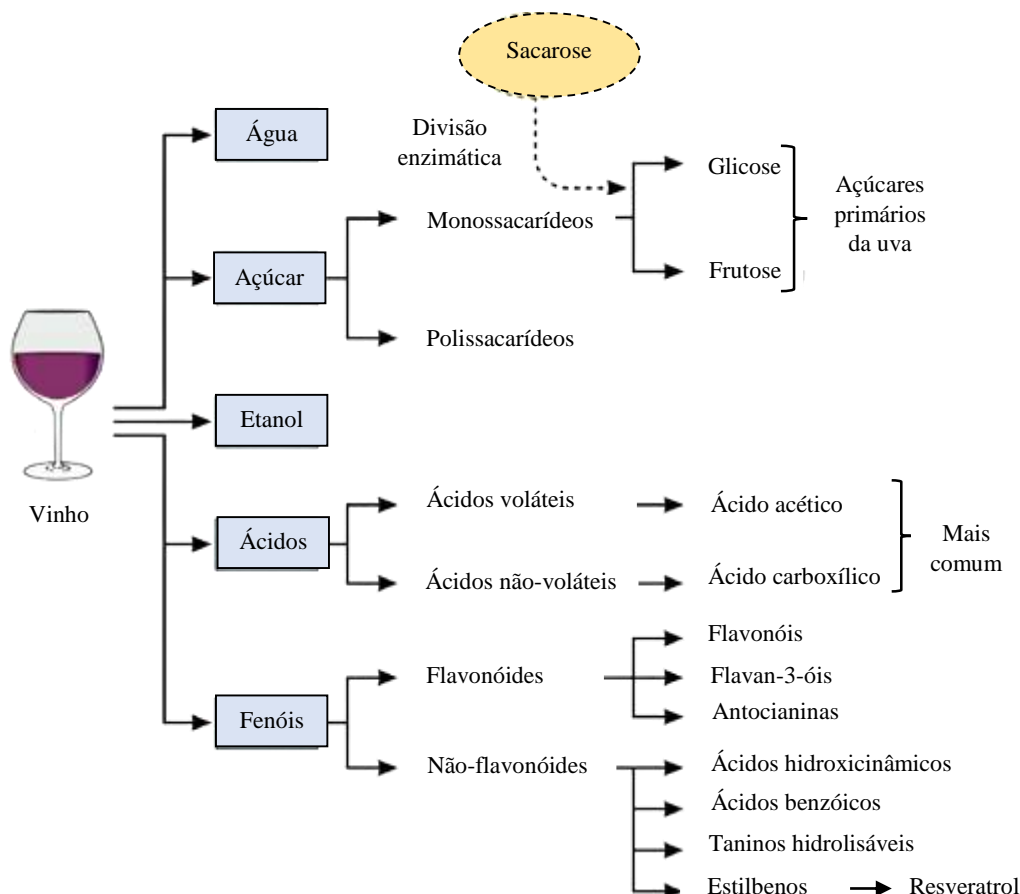
2. PRODUÇÃO DE VINHO TINTO

2.1 Influência dos CF presentes nas uvas para a composição química e qualidade final dos vinhos

A composição do vinho é baseada nos constituintes da uva, nos produtos sintetizados ou transformados durante as etapas de fermentação, bem como os compostos formados ou transferidos durante o armazenamento e envelhecimento do vinho. Muitos

compostos de diferentes classes químicas já foram analiticamente identificados no vinho (**Figura 1.1**), no presente estudo, o foco foi dado a influência de três etapas do processo de fermentação (FA, FM e tratamento com carvalho) na evolução dos CF do vinho. A seguir uma revisão mais detalhada destas etapas está apresentada.

Figura 2.1 Principais classes de compostos presentes nos vinhos.



Fonte: Adaptado de Sohaib Haseeb *et al.* (2019).

Dentre os compostos químicos presentes no vinho, destaque é dado no presente estudo para os CF. As uvas apresentam composição fenólica diferenciada e sabe-se que os CF desempenham um papel fundamental sobre a qualidade das uvas e vinhos, não somente por estarem diretamente relacionados às características sensoriais (cor, sabor, amargor e adstringência) (PEREZ-JIMÉNEZ; CHAYA; POZO-BAYÓN, 2019; IVANOVA-PETROPULOS *et al.*, 2015) mas também por apresentarem alegações de

propriedades funcionais, tais como AA, anti-inflamatória, antimicrobiana e anti cancerígenas (SAMOTICHA *et al.*, 2017).

Estes compostos são divididos em dois grupos de acordo com suas estruturas químicas: flavonóides e não flavonoides. Os flavonóides incluem as ANT, flavan-3-óis (flavanóis) e flavonóis; os não flavonóides incluem os ácidos fenólicos, estilbenos e taninos (PEREZ-JIMÉNEZ; CHAYA; POZO-BAYÓN, 2019). As ANT, em particular, são os principais compostos responsáveis pela cor das uvas e vinhos tintos jovens (GARRIDO-BAÑUELOS *et al.*, 2019). O atributo “cor” em vinhos tintos, além de influenciar na escolha do consumidor, instiga expectativas em relação ao aroma e sabor, estando assim, intimamente relacionada à qualidade final dos vinhos (CANAS *et al.*, 2022).

Localizadas principalmente nas cascas e nos vacúolos celulares das uvas de castas tintas mas, também na polpa de uvas tintoreiras (LAGO-VANZELA; BAFFI; DA-SILVA, 2015), as ANT além de contribuírem para a cor dos vinhos, apresentam diversas alegações de propriedades funcionais, tais como AA, anti-inflamatória, anticarcinogênica, anti-obesidade e anti-cardiovasculares (LI *et al.*, 2017). Quimicamente, as ANT apresentam como estrutura básica uma aglicona (antocianidina), que é constituída de dois anéis fenólicos (A e B) e um anel pirano heterocíclico (C). Predominante em meio ácido, a forma de cátion flavílio tem caráter aromático, apresentando uma carga positiva sobre o oxigênio e duas duplas ligações (LAGO-VANZELA; BAFFI; DA-SILVA, 2015). Estes compostos diferem entre si pelo número e posição dos grupos hidroxilas e/ou metoxilas. As principais antocianidinas presentes nas uvas são cy, pn, dp, pt e mv (**Tabela 1.1**) (MANNS; COQUARD-LENERZ; KATHARINE-MANSFIELD, 2013; LAGO-VANZELA, 2011).

A coloração ao longo do processo de vinificação é influenciada pela cultivar e safra da uva, bem como em função da estirpe de levedura utilizada durante a fermentação, e durante as condições de armazenamento em barris de carvalho ou garrafa. Reações oxidativas ao longo do envelhecimento do vinho também podem influenciar na formação de pigmentos derivados de ANT monoméricas livres, fenólicos incolores (copigmentos) e pigmentos polimerizados, levando a um aumento da intensidade e estabilidade da cor (HAN *et al.*, 2021; HERAS-ROGER; DÍAZ-ROMERO; DARIAS-MARTÍN, 2016).

Tabela 1.1 Principais antocianidinas (forma de cátion flavílio) presentes nas uvas.

Estrutura básica da aglicona	Antocianidinas	Grupos substituintes
	Cianidina (Cy)	R ₁ = OH; R ₂ = H
	Peonidina (Pn)	R ₁ = OCH ₃ ; R ₂ = H
	Delfinidina (Dp)	R ₁ = R ₂ = OH
	Petunidina (Pt)	R ₁ = OH; R ₂ = OCH ₃
	Malvidina (Mv)	R ₁ = R ₂ = OCH ₃

Fonte: Lago-Vanzela (2011).

Nas *Vitis vinifera* são identificadas quase exclusivamente as ANT monoglicosiladas, enquanto a presença das diglicosiladas é característica das espécies não-viníferas. Esta diferença estrutural das ANT exerce influência marcante sobre sua cor e estabilidade dos vinhos durante o envelhecimento (LAGO-VANZELA *et al.*, 2014). Sabe-se que ANT glicosiladas na posição 3 são compostos muito instáveis que reagem facilmente, a partir das primeiras fases da vinificação com uma ampla variedade de compostos que estão presentes no mosto, incluindo os produzidos pelo metabolismo da levedura e aqueles gerados ou provenientes de armazenamento e envelhecimento em barris de carvalho (MONAGAS; BARTOLOMÉ, 2009). Os pigmentos vermelhos derivados destas ANT resultantes mostram diferenças em características de cor e são compostos menos reativos (FREITAS; MATEUS, 2006).

Deste modo, há um consenso de que o envelhecimento de vinhos elaborados com *Vitis vinifera* implica na evolução da cor e estabilização, permitindo assim que os vinhos permaneçam vermelhos por muitos anos. Em particular, os derivados denominados piranoantocianinas estão envolvidos nesta estabilização (BROUILLARD; CHASSAING; FOUGEROUSSE, 2003; FREITAS; MATEUS, 2006).

O número de estudos semelhantes dedicados a uvas não-viníferas (espécies americanas e seus híbridos), por outro lado, é escasso. Vinhos que contêm predominantemente ANT glicosiladas na posição 3 e 5, geralmente, perdem sua cor inicial intensa depois de apenas alguns anos, o que explica por que os vinhos tintos de uvas não viníferas envelhecidos são mal-vistos internacionalmente (BROUILLARD; CHASSAING; FOUGEROUSSE, 2003). Dentre as espécies não viníferas, Muscadine (*V.*

rotundifolia) tem sido uma das cultivares mais estudadas no que diz respeito a composição de CF e a estabilidade da cor de vinhos. No que se refere a ANT, esta cultivar é exclusivamente formada por diglicosídeos na forma não acilada (HUANG *et al.*, 2009; TALCOTT; LEE, 2002) e seus sucos de uva e vinhos mostraram-se propensos à perda de cor durante o processamento e armazenamento (TALCOTT; LEE, 2002; TORSKANGER POLL; ANDERSEN, 2005).

No Brasil, a Embrapa Uva e Vinho, tem lançado ao longo dos anos diversas cultivares de uvas, aumentando assim a qualidade e competitividade dos vinhos. Dentre estas cultivares destaca-se a cultivar híbrida BRS Violeta, obtida a partir do cruzamento entre BRS Rúbea x IAC 1398-21 (CAMARGO, MAIA, NACHTIGAL, 2005). Caracterizada por apresentar cachos com bagas de coloração preto-azulada, tamanho médio (15,80 mm) e formato esférico, casca espessa e resistente, polpa com coloração violeta e sabor aframboesado e, sementes com proporções de 2,94 g/100 sementes⁻¹, a cultivar BRS Violeta é denominada como tintoreira por apresentar ANT tanto na casca quanto na polpa e sua coloração é decorrente do seu elevado conteúdo de CF (REBELLO *et al.*, 2013). Esta cultivar se mostra promissora como matéria-prima para elaboração de vinhos tintos jovens (LAGO-VANZELA *et al.*, 2013; DE-CASTILHOS *et al.*, 2019) e envelhecidos (LAGO-VANZELA *et al.*, 2014; NOGUEIRA, 2017).

Rebello *et al.* (2013) estudou a composição fenólica desta cultivar e dentre as principais classes de CF identificadas estavam as ANT, os flavonóis, os derivados do ácido hidroxicinâmico (DAHC), os estilbenos, os flavan-3-óis (monômeros e dímeros) e proantocianidinas. Os autores relataram que esta cultivar apresenta elevada concentração de ANT (3930 mg·kg⁻¹ de fruta, como equivalente de mv-3,5-diglc, sendo predominantemente localizada nas cascas (99,57%). Tal como as ANT, os flavonóis estão localizados principalmente na casca da BRS Violeta (153,4 mg·kg⁻¹ de fruta, como eq. de quercetina 3-glicosídeo (3-glc)), entretanto, podem ser encontrados em menores quantidades na polpa (2,4 mg·kg⁻¹ de fruta, como eq. de quercetina 3-glc). Em relação aos DAHC, a maior parte está concentrada nas cascas da BRS Violeta (133,85 mg·kg⁻¹, como eq. de ácido caftárico); enquanto os estilbenos estão presentes com baixas concentrações (0,083 mg·kg⁻¹, como eq. de resveratrol); os flavan-3-óis são encontrados principalmente nas sementes da BRS Violeta (346,3 ± 32,6 mg·kg⁻¹ de uva, como eq. (+) – catequina), entretanto podem ser encontrados nas cascas (8,6 ± 1,5 mg·kg⁻¹ de uva) e na polpa (2,0 ±

0,5 mg·kg⁻¹ de uva). Por fim, por apresentar uma casca muito espessa (representando 46% da massa da fruta), a uva BRS Violeta apresenta elevada quantidade de proantocianinas nas cascas (673,0 ± 228,9 mg·kg⁻¹ de uva), seguida pela semente (representando 2% do peso da fruta) (478,9 ± 52,8 mg·kg⁻¹ de uva) e polpa (12,7 ± 1,1 mg·kg⁻¹ de uva). Vale ressaltar que a concentração nas sementes é elevada, o que a torna fonte importante de procianidina (REBELLO *et al.*, 2013).

Lago-Vanzela *et al.* (2013) estudaram a composição dos vinhos jovens de BRS Violeta e relataram um conteúdo de CFT elevado (cerca de 3692 mg·L⁻¹, como eq. de ácido gálico), e dentre os polifenóis encontrados, as ANT predominaram (cerca de 2037 mg·L⁻¹, como eq. de mv-3,5-diglc), seguido dos DAHC (95 mg·L⁻¹, como eq. de ácido caféico) e flavonóis (91 mg·L⁻¹, como eq. de quercitina 3-glc). Estes autores evidenciaram o potencial desta uva para produção de vinhos tintos jovens.

2.2 Legislação brasileira para produção de vinho de mesa

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o vinho de mesa é definido, pelo Decreto n° 7.678 de novembro de 1988, com complementação da Instrução Normativa (IN) n° 14, de 08 de fevereiro de 2018, como uma bebida obtida pela FA do mosto simples de uva. É possível usar como ingrediente opcional para adoçamento do vinho, sacarose na forma sólida, mosto simples ou mosto concentrado de uva e, mosto de uva concentrado retificado (BRASIL, 1988, 2018).

O decreto citado dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados de uvas e vinhos e foi alterada pela Lei n° 10.970 de 12 de novembro de 2004, em relação a classificação dos vinhos (quanto à classe (de mesa, leve, fino, espumante, frisante, gaseificado, licoroso e composto), cor (tinto, rosado ou branco) e teor de açúcares totais (nature, extra-brut, brut, seco, meio seco, suave e doce)). Por esta nova lei, as bebidas com graduação alcoólica (expressa em graus Gay Lussac, GL) passaram a ter o teor alcoólico expresso em percentual (%) por volume (à razão de um para um (v/v) a 20 °C). Em particular para os vinhos de mesa, a graduação alcoólica que caracteriza estes produtos passou de 10° e 13°GL para uma faixa entre 8,6% e 14% em volume, podendo conter até uma atmosfera de pressão a 20°C (BRASIL, 1988, 2004). Segundo a Lei n° 10.970 (2004), os vinhos de mesa de viníferas são os produtos elaborados exclusivamente com uvas das variedades *Vitis vinífera*, enquanto os vinhos de mesa de americanas são os

produtos elaborados com uvas do grupo das uvas americanas e/ou híbridas, podendo conter vinhos de variedades *Vitis vinifera* (BRASIL, 2004).

Para uma adequada diferenciação dos produtos elaborados no Brasil, em 2014, o Decreto n° 8.198 de fevereiro regulamentou a Lei n° 7.678 de 1988 quanto a classificação dos vinhos em relação ao teor de açúcares totais, expresso em g de glicose·L⁻¹, sendo o vinho de mesa classificado em: seco: o que contiver até 4 g de glicose·L⁻¹; meio-seco: o que contiver superior a 4 e até 25 g de glicose·L⁻¹; e, suave ou doce: o que contiver superior a 25 g de glicose·L⁻¹, sendo que para os vinhos de *Vitis vinifera* o limite máximo é de 80 g de glicose·L⁻¹ (BRASIL, 2014). Em 2018, a IN n° 14, de 08 de fevereiro do MAPA estabeleceu a complementação do Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) do vinho (BRASIL, 2018) que havia sido apresentado em 1988 (BRASIL, 1988).

2.3 Principais etapas para produção de vinho tinto de mesa

A vinificação em tinto é um processo que se desenvolve em quatro etapas principais, que estão descritas na **Tabela 1.2**. Contudo, há outras técnicas de vinificação em tinto que seguem estas etapas com uma cronologia diferente ou com algumas modificações. Assim, é necessário adquirir um conjunto de conhecimentos sobre os mecanismos e fatores envolvidos nos fenômenos da vinificação, bem como definir que produto se deseja elaborar, para enfim escolher, racionalmente, uma técnica específica de vinificação (LAGO-VANZELA; BAFFI; SILVA, 2015).

À medida que as etapas da vinificação são aplicadas e controladas e certa experiência é acumulada, pode-se então verdadeiramente dizer que um processo de vinificação de boa qualidade está sendo realizado. O empirismo durante a execução dos vinhos brasileiros ainda limita a evolução da qualidade dos produtos elaborados.

Sabe-se que os desafios científicos e tecnológicos desta nova viticultura e enologia brasileira abrangem todas as áreas do conhecimento envolvidas na produção vitivinícola. Dentre os principais fatores envolvidos pode-se citar os naturais das zonas tropicais (clima, solo), os agrônômicos da produção (épocas de produção ao longo do ano, os portas-enxerto, as cultivares produtoras, os sistemas de condução e manejo do vinhedo, fitossanidade, entre outros), bem como a ciência enológica que deve estar adaptada para uvas com as características obtidas nas zonas tropicais.

Tabela 2.2 Esquema geral de vinificação em tinto.

Etapa	Operação
1. Desengace e esmagamento	Operações mecânicas de tratamento das uvas para retirada do engaço e leve compressão da baga da uva sem rompimento das sementes permitindo uma rápida liberação do mosto.
2. Preparação do mosto	Sulfitagem do mosto e outras operações que possam prevenir a ocorrência de reações químicas e/ou bioquímicas indesejáveis e que aperfeiçoem a extração de compostos fundamentais para a qualidade do vinho.
3. Maceração/FA	Extração dos compostos de interesse e síntese de compostos por meio da fermentação inoculação com leveduras selecionadas – fermentação tumultuosa e lenta. Remontagens periódicas.
4. Separação do vinho e chaptalização	Descuba, prensagem e correção do açúcar.
5. FM e estabilização físico-química	Inoculação com bactérias selecionadas – síntese e transformação de compostos por meio da fermentação. Trasfega e atesto.
6. Tratamento com carvalho	Barris de carvalho ou fragmentos de carvalho.

Lago-Vanzela, Baffi e Da-Silva, 2015.

No presente estudo, maior detalhamento será dado a três fenômenos principais do processo de vinificação: FA, FM e o tratamento com carvalho.

2.3.1 FA

A FA é a primeira fermentação que ocorre na elaboração dos vinhos tintos, caracterizada por converter a glicose em etanol e CO₂. Esta conversão é responsável pela qualidade, sabor e aroma do vinho tinto (SAMPHAO *et al.*, 2018). Geralmente, esta fermentação pode acontecer de dois modos: espontâneo, sendo este um método arriscado e imprevisível, porém com um perfil de vinho diversificado e mais complexo; e por inoculação, normalmente da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, tendo um maior

controle sob a fermentação, entretanto, com obtenção de vinhos com características similares (PIERMARINI *et al.*, 2011).

A FA caracteriza-se como processo anaeróbio, transformando os açúcares presentes na uva em etanol e gás carbônico (CO₂). Esta transformação ocorre por meio das leveduras e tem como objetivo primordial produzir energia (ATP), a qual será empregada na realização de suas atividades fisiológicas, tais como, seu desenvolvimento e reprodução. Nesta fase da vinificação, a produção de etanol é uma consequência e não o foco principal da FA (LIMA *et al.*, 2001). O processo de geração de energia, pode ser dado tanto na fermentação (glicólise anaeróbia, quebra parcial da glicose) que ocorre no citoplasma, com a produção de etanol e CO₂, quanto na respiração (oxidação total do açúcar), que se dá na mitocôndria, com a produção de água e CO₂. Entretanto, na fermentação o saldo energético é muito baixo, isto é, cada molécula de glicose (C₆H₁₂O₆), produz dois ATP, enquanto, na respiração há produção de 38 moléculas de ATP. Na glicólise anaeróbica, cada molécula de glicose é quebrada em duas moléculas de ácido pirúvico (piruvato) (C₃H₄O₃), liberando hidrogênio e ATP, por meio de diversas reações catalisadas por enzimas específicas. O hidrogênio liberado combina-se com as moléculas transportadoras de hidrogênio (NAD), formando um composto reduzido (NADH), o qual conserva a energia liberada pela oxidação deste substrato. O ácido pirúvico sofre descarboxilação (perda de um átomo de C na forma de CO₂) pela ação da enzima piruvato descarboxilase, resultando o acetaldeído (C₂H₄O). Por meio da enzima álcool desidrogenase, o acetaldeído é reduzido, por meio da oxidação do NADH para NAD⁺, havendo a formação do etanol (C₂H₆O) (MAHAN; MYERS, 1995).

A conversão da glicose em etanol e CO₂ durante a fermentação envolve doze enzimas, sendo que dez destas estão relacionadas com a degradação da glicose em piruvato gerando ATP para o crescimento da levedura, e as outras duas (piruvato descarboxilase e álcool desidrogenase) para converter o piruvato nos produtos finais da fermentação, uma vez que a levedura mantém o seu equilíbrio redox. Estas enzimas apresentam como requisitos de cofator de íons metálicos, o magnésio e o zinco, respectivamente. Durante a fermentação, as células de leveduras necessitam produzir ATP e manter o equilíbrio redox ao consumir os açúcares sob condições anaeróbicas, e assim produzir o álcool. Um modo de manter o equilíbrio redox é regenerando o NAD⁺ na reação final da fermentação, logo pode se imaginar que a *Saccharomyces cerevisiae*

produz etanol para manter seu equilíbrio de elétrons intracelulares (relação NADH/NAD⁺ na fermentação é inalterada). Outro modo de manter o equilíbrio redox é produzir o glicerol (o NAD é regenerado via di-hidroxiacetona fosfato na glicólise) (WALKER; WALKER, 2018).

Responsáveis pela condução da FA, as leveduras influenciam fortemente na produção e composição do vinho, originando produtos de qualidade e singularidade regional (FLEET, 2008). Uma boa cepa de levedura deve ser capaz de: conduzir uma fermentação vigorosa e completá-la até obter um vinho seco; conseguir características reprodutíveis na fermentação; ter boa tolerância ao etanol e à variação de temperatura; ser resistente ao dióxido de enxofre; além de, não produzir aromas e sabores anormais (BOULTON *et al.*, 2002). Sabe-se que as leveduras têm como peculiaridades o alto grau de especificidade por seus substratos, e atuam em soluções aquosas sob condições suaves de temperatura e pH (NELSON; COX, 2002). As espécies de leveduras se diferenciam em relação aos seus aspectos, prioridades, forma de reprodução, bem como a maneira de transformar o açúcar (LIMA *et al.*, 2001). Assim, é de suma importância identificar os gêneros e espécies de leveduras relacionadas com o vinho para compará-los entre si, tal como, ver sua contribuição durante o processo de vinificação (BOULTON *et al.*, 2002).

Dentre as leveduras, a *Saccharomyces cerevisiae* pode ser considerada como um microrganismo proeminente (WALKER; WALKER, 2018). Isto pode ser justificado em virtude do seu elevado poder fermentativo e aptidão em lidar com as desconfortáveis condições ambientais, tais como, altos níveis de etanol e ácidos orgânicos, baixos valores de pH, escassez disponibilidade de oxigênio e ausência de nutrientes (ALBERGARIA; ARNEBORG, 2016). Além disso, permite que a FA seja controlada originando assim, vinhos uniformes e de qualidade (MATURANO *et al.*, 2018).

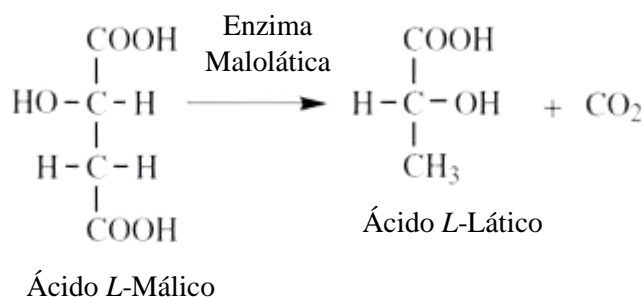
2.3.2 FM

A FM é um processo de suma importância, aplicada em quase todos os vinhos tintos, que visa agregar impactos positivos na segurança, qualidade, bem como na estabilização microbiológica e na eficiência operacional (JIAO *et al.*, 2018; SUMBY; GRBIN; JIRANEK, 2014). O tempo de FM é importante para que se obtenha um vinho seguro, assim se a estabilização for rápida os microrganismos de deterioração não se

proliferam, entretanto se for prolongada ou retardada, o risco de deterioração por microrganismos se eleva (RENOUF; CLAISSE; LONVAUD-FUNEL, 2007).

Bioquimicamente, a FM consiste no processo de descarboxilação do ácido *L*-málico (dicarboxílico) em ácido *L*-lático (monocarboxílico) e CO₂ (**Figura 1.2**), realizado por bactérias ácido lácticas (WIBOWO *et al.*, 1985; JACKSON, 2008). Esta fermentação secundária não fornece energia para as células (KUNKEE, 1967), visto que se produz apenas o CO₂. Desta forma, a transformação é endoenergética, ou seja, não tem nenhuma energia a disposição da célula e a mesma, procurará energia necessária nos açúcares presentes no meio (USSEGLIO-TOMASSET, 1998).

Figura 1.2 Reação de descarboxilação do ácido málico.



Fonte: Adaptado de Ribéreau-Gayon *et al.* (2006).

A conversão do ácido do *L*-málico em ácido *L*-lático durante a FM não só promove a desacidificação, diminuindo a sensação ácida (ácido *L*-málico (mais pronunciado) em ácido *L*-lático (mais suave)), como também contribui com a estabilidade microbiana, uma vez que, o ácido *L*-málico é um nutriente importante para a proliferação de microrganismos (WANG *et al.*, 2018). Mais importante ainda é que esta conversão pode melhorar a sua complexidade aromática e características sensoriais (FERNÁNDEZ-PÉREZ; TENORIO-RODRÍGUEZ; RUIZ-LARREA, 2019), com a produção de alguns compostos ativos ou transformação de voláteis derivados da uva e/ou levedura e precursores de sabor relacionados à sua tipicidade (GONZÁLEZ-CENTENO; CHIRA; TEISSEDRE, 2019). De acordo com Wang *et al.* (2018), os precursores de aroma no vinho podem ser ainda mais hidrolisados em voláteis de forma livre sob FM.

As principais enzimas capazes de promoverem a conversão são malatodesidrogenase, málica e malolática. Esta conversão pode ser realizada por três vias diferentes; a) na primeira via estão as bactérias que possuem a enzima malato desidrogenase (enzima esta, não muito ativa em vinhos, em virtude do seu pH ótimo ser muito alto), a qual, transforma o ácido málico em ácido oxalacético na presença de NAD e, em seguida é descaboxilado formando o ácido *D(-)* e *L(+)*-lático (USSEGLIO-TOMASSET, 1998). Logo, esta rota é pouco utilizada pelas bactérias ácido lácticas; b) na segunda via estão as bactérias que possuem a enzima málica, que transformam o ácido málico inicialmente em ácido pirúvico e CO₂ na presença de coenzima NAD e íons Mn²⁺ (aq). Posteriormente, o ácido pirúvico é reduzido a ácido *D(-)* e *L(+)*-lático pela malatodesidrogenase com associação de NADH, formado na primeira reação (HENICK-KLING, 1994; USSEGLIO-TOMASSET, 1998); e, por fim, c) na terceira via estão as bactérias que possuem a enzima malolática, a qual degrada o ácido málico pela descarboxilação enzimática direta formando o ácido *L(+)*-lático. Esta enzima é induzida unicamente em presença de glicose, tem um pH ótimo entre 5,6 e 6,1, e sua atividade é dependente de NAD e Mn²⁺(aq) (MANFROI, 2002).

As bactérias lácticas estão naturalmente presentes em uvas, mostos e vinhos (VERSARI; PARPINELLO; CATTANEO, 1999). Estas não utilizam o ciclo de Krebs, como também não utilizam o sistema terminal de transporte de elétrons para o metabolismo e a geração de energia, entretanto obtém sua energia pela fermentação de carboidratos acoplada à fosforilação no nível do substrato (formação direta de ATP pela transferência direta de um grupo fosfato para o ADP, vindo de uma outra molécula fosforilada) (SUMBY; GRBIN; JIRANEK, 2014). As bactérias lácticas podem ser agrupadas tanto como homofermentativas quanto heterofermentativas, o que irá diferenciar é o produto final da sua fermentação, onde as homofermentativas produzem ácido lático como o principal produto da fermentação da glicose e as heterofermentativas, além de ácido lático, formam outras substâncias, como dióxido de carbono, ácido acético, e etanol, a partir da fermentação da glicose (CARR; CHILL; MAIDA, 2002).

As bactérias ácido lácticas têm um número considerável de vias metabólicas e enzimas que são capazes de alterar o aroma do vinho durante a FM, por meio da hidrólise e síntese de compostos secundários voláteis. Ésteres de etila e acetato, álcoois superiores, carbonilas, ácidos graxos voláteis e compostos de enxofre, são exemplos de compostos

secundários que mudam durante a FM (BARTOWSKY, 2005; SIEBERT *et al.*, 2005; SUMBY; GRBIN; JIRANEK, 2013). Vale destacar que a capacidade metabólica da estirpe pode afetar tanto os tipos quanto a concentração dos compostos produzidos (BARTOWSKY, 2005; LEE; HONG; LEE, 2009; SUMBY; GRBIN; JIRANEK, 2013).

Os principais gêneros de bactérias ácido lácticas são: *Oenococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* e *Pediococcus* (VERSARI; PARPINELLO; CATTANEO, 1999). Dentre os gêneros citados, o *Oenococcus oeni* é a espécie preferida na vinificação, pois as espécies *Lactobacillus* e *Pediococcus* tendem a produzir características sensoriais indesejáveis (CAPELLO *et al.*, 2017). Algumas destas características indesejáveis causadas por determinadas bactérias ácido lácticas são a produção de aromas anormais, redução na cor do vinho (LIU; PILONE, 2000), e a formação de amins biogênicas (MORENO-ARRIBAS *et al.*, 2003). De acordo com Torriani, Felis e Fracchetti (2010), as bactérias ácido lácticas mais eficientes, são aquelas que, além de se desenvolverem em meios onde o pH é baixo (> 3,0) e os teores de etanol e SO₂ são elevados, conseguem produzir aromas agradáveis para realçar o perfil sensorial do vinho.

Esta fermentação pode ocorrer de modo espontâneo, durante ou após a finalização da FA (WIBOWO *et al.*, 1985). No entanto, existe a possibilidade desta etapa não ocorrer de modo eficiente em virtude das severas condições ambientais (pH, teor alcoólico e SO₂) do vinho, impedindo a sobrevivência e crescimento bacteriano (LAFON-LAFOURCADE; CARRE; RIBEREAU-GAYON, 1983). Em vinícolas industriais, muitas vezes, é preferível realizar a escolha de uma estirpe conhecida e fazer a inoculação no mosto. Vale salientar que a escolha da estirpe, tal como o tempo de inoculação bacteriana, são fatores que podem ser utilizados para delinear as modificações nos vinhos durante a FM, visto que, os efeitos das bactérias ácido lácticas se diferem tanto em relação ao gênero quanto pelas estirpes da mesma espécie (SUMBY; GRBIN; JIRANEK, 2014).

Dentre as bactérias ácido lácticas, a *O. oeni* é a principal bactéria envolvida na produção de vinhos, cujo seu papel principal é a condução da FM, por meio da descarboxilação do ácido *L*-málico em ácido *L*-lático e CO₂ (HENICK-KLING, 1994). Entretanto, as estirpes de *O. oeni* variam tanto na sua capacidade de metabolizar o ácido *L*-málico como nas propriedades sensoriais desejáveis ao vinho. Estas propriedades sensoriais podem ser modificadas em virtude da série diversificada de atividades metabólicas secundárias que a *O. oeni* exhibe durante a fermentação, tais como, o

metabolismo de ácidos orgânicos, carboidratos, polissacarídeos e aminoácidos, e numerosas enzimas como glicosidases, esterases e proteases, que geram compostos voláteis bem acima do limiar de detecção de odores (BARTOWSKY; BORNEMAN, 2011). É heterofermentativa em relação à utilização da glicose, com produção de etanol, CO₂, ácido acético ou acetaldeído, e ácido láctico (BARTOWSKY, 2005; ZHANG; LOVITT, 2006). A *O. oeni* é capaz de se desenvolver em pH baixo (cerca de 3,5), com elevado teor de álcool (14% v/v), além da alta concentração de SO₂ (50-80 mg·L⁻¹) e baixa temperatura (18-20 °C) (VERSARI; PARPINELLO; CATTANEO, 1999).

Deste modo, a caracterização das linhagens de bactérias de determinadas regiões vitivinícolas se torna interessante, em virtude de a bactéria ter maior facilidade de se adaptar ao ambiente e, por conseguinte, proporcionar maior qualidade, além de aumentar a regionalidade nos vinhos (IZQUIERDO *et al.*, 2004).

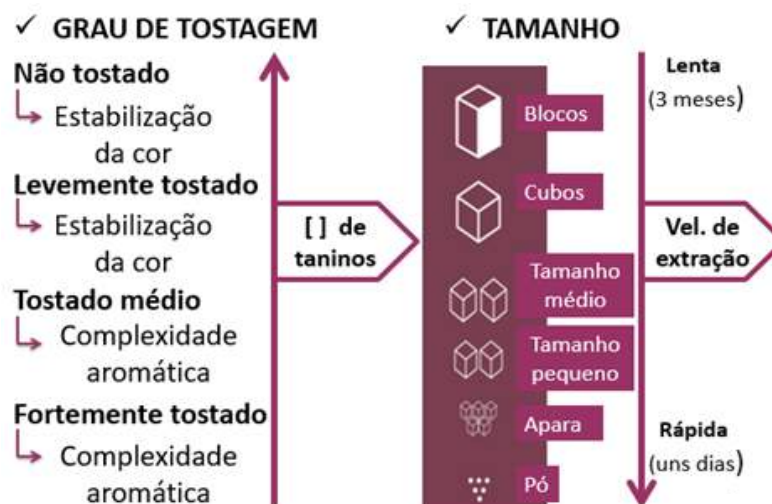
2.3.3 Tratamento do vinho com carvalho

Os vinhos são comumente envelhecidos em tonéis ou barris de carvalho, sob armazenamento em cavernas subterrâneas climatizadas. Esta técnica pode induzir reações químicas e bioquímicas entre os CF naturalmente presentes no vinho e os vários compostos extraídos a partir de madeira, promovendo significativas alterações na composição química e, por conseguinte, nas características sensoriais dos vinhos (GONZÁLES-CENTENO; CHIRA; TEISSEDRÉ, 2019; CHINNICI *et al.*, 2015). Além disso, por causa da porosidade da madeira e da presença do batoque, o oxigênio atmosférico difunde lentamente para o vinho, ditando a velocidade das reações de oxidação e, por conseguinte, a estabilização da matéria corante e a evolução dos CF (CANO-LÓPEZ *et al.*, 2010). No entanto, esta técnica é dispendiosa e de alto custo, impactando consideravelmente no preço final do produto (CEJUDO-BASTANTE; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ; PÉREZ-COELLO, 2011).

Uma técnica alternativa que crescentemente tem sido aplicada pelos enólogos em todo o mundo é o tratamento dos vinhos com fragmentos de carvalhos, que foi aprovada pela OIV (2020). Esta seleção de fragmentos de carvalho está diretamente relacionada com as características finais do vinho, em virtude da origem, tamanho, grau de tostagem e tempo de contato (**Figura 1.3**). Desta forma, as combinações destes fatores proporcionam uma vasta gama de vinhos com qualidades singulares.

De modo geral, a origem da madeira está relacionada diretamente com suas propriedades físicas e composição química.

Figura 1.3 Fatores que influenciam no envelhecimento do vinho com madeira de carvalho.



Fonte: Adaptada de Parzanese (2019).

O carvalho pertence ao gênero *Quercus* que corresponde a cerca de 300 espécies. Destes, apenas uma minoria contém as características fundamentais para sua utilização em enologia tal como os carvalhos brancos da América do Norte representados, principalmente, pelas espécies *Quercus alba*, e os carvalhos da Europa, representados por *Quercus petraea* ou *sessilis* e *Quercus robur* ou *pedunculata*. No geral, são denominados de carvalho americano e carvalho francês, respectivamente, uma vez que, a primeira das espécies procede, fundamentalmente, da zona leste do rio Mississippi e as outras duas da região do centro e sudoeste da França (ZHANG *et al.*, 2015).

Com relação ao grau de tostagem, o carvalho pode ser usado de forma natural (não tostado) ou tostado com intensidade leve, média ou forte. Esta intensidade influencia diferentemente as características dos vinhos, sendo que o não tostado gera maior impacto em relação a estabilização da cor e o tostado forte altera, consideravelmente, a complexidade aromática. Os tamanhos dos fragmentos de carvalho (blocos, cubos, tamanho médio, tamanho pequeno, apara e pó) também vão influenciar na eficiência de transferência dos compostos da madeira para o vinho, sendo que quanto menor o tamanho da madeira, mais rápida é a extração (SANZA, 2006). Na **Tabela 1.3** estão apresentados

alguns trabalhos realizados sobre elaboração de vinhos finos (de uvas *Vitis viníferas*) tratados com carvalho.

É possível observar que as doses de carvalho empregadas dependem do tamanho destes, da relação superfície-volume e do momento da etapa do processo de elaboração em que são adicionados, embora geralmente variem entre 1 e 10 g·L⁻¹. Busca-se sempre empregar uma dosagem e um tempo de contato que resulte em vinho o mais similar possível a um vinho tratado com um processo de envelhecimento em barris (CANO-LÓPEZ *et al.*, 2008; ORTEGA-HERAS, M. *et al.*, 2010; OBERHOLSTER *et al.*, 2015). Além disso, nota-se que durante a execução do tratamento do vinho, o carvalho foi adicionado em diferentes etapas de processo, como por exemplo, se o carvalho for introduzido durante a fermentação, o tempo de contato estenderá até o final desta etapa; enquanto se for adicionado na etapa de envelhecimento, o tempo de contato dependerá das características sensoriais do vinho que se deseja obter. De qualquer forma, o tempo despendido para tais finalidades é significativamente menor do que o necessário para o envelhecimento em barril. Basicamente isto ocorre porque sendo de reduzidas dimensões, os pedaços de carvalho esgotam rapidamente os compostos de interesse que podem transferir, não sendo necessário maior tempo de contato com o vinho.

Com relação a uvas não viníferas, em estudo realizado por Lago-Vanzela *et al.* (2014) sobre envelhecimento acelerado de vinhos de BRS Violeta, sem tratamento com carvalho, os autores demonstraram que a estrutura molecular das antocianidinas tem efeito marcante sobre a sua estabilidade. Dentre os resultados mais notáveis, pode-se destacar que: ANT não aciladas, como os derivados da dp e da pt, são menos estáveis que os derivados da cy, pn e mv, tal como foi relatado para vinhos elaborados com a uva Muscadine (TALCOTT; LEE, 2002); ANT não aciladas foram menos estáveis que as aciladas; e que as altas proporções das ANT diglicosiladas cumariladas dos vinhos BRS Violeta estabilizam sua coloração vermelha (o grupo *p*-cumaril pode participar na formação de complexos de copigmentação inter- e intra-moleculares). Estes resultados mostraram que os vinhos de BRS Violeta se comportam de forma diferente de outros vinhos elaborados com uvas não viníferas durante o envelhecimento.

Tabela 1.3 Estudos sobre elaboração de vinhos tratados com carvalho.

Uva	Origem	Formato e tamanho dos carvalhos	Grau de tostagem e dosagem do carvalho	Etapa de aplicação/Tempo e temperatura do tratamento	MO	R
Carménère	Colombiana (<i>Quercus humboldtii</i>)					
	Americana (<i>Quercus alba</i>)	Lascas (1 x 0,5 cm ²)	Médio-alto 3 gL ⁻¹ de vinho	Maceração pós-fermentativa (FM) (~ 15 °C/90 dias)	Não	A
	Francesa e Romena (<i>Quercus petraea</i>)					
Syrah	Francesa (<i>Quercus petraea</i>)	Aduelas (2,5 x 5,0 x 0,5 cm ³)	Alto 4 gL ⁻¹ de vinho ¹	Maceração fermentativa (FA) (~ 24 °C/20 dias) e FM (~ 18 °C)	Não	B
	Americana (<i>Quercus alba</i>)	Aduelas (2,5 x 2,0 x 1,0 cm ³)	Médio 4 gL ⁻¹ de vinho ¹			
Tempranillo	Americana (<i>Quercus alba</i>)	Lascas (1 x 1 cm ²)	Médio 3 gL ⁻¹ de vinho	Maceração fermentativa (FA) (8 dias)	Não	C
Syrah	Americana (<i>Quercus alba</i>)	Lascas (1 x 1 cm ²)	Baixo 3 e 6 gL ⁻¹	Maceração fermentativa (FA) (5 e 10 dias)	Não	D
	Francesa (<i>Quercus petraea</i>)	Lascas	Médio	Após o vinho pronto		

Tinta del País	Americana (<i>Quercus alba</i>) Espanhola (<i>Quercus pyrenaica</i>)	(1 x 0,5 cm ²) e Aduelas finas (100 x 8 x 1 cm ³)	Dosagem não declarada	(~ 15-16 °C/ 6 meses)	Sim	E
Tinta del País	Francesa (<i>Quercus petraea</i>) Americana (<i>Quercus alba</i>)	Lascas (1 x 0,5 cm ²) Aduelas (100 x 8 x 1 cm ³)	Médio 5 g·L ⁻¹ (lascas) 25 g·L ⁻¹ (aduelas) Médio 6 g·L ⁻¹ (lascas) 22 g·L ⁻¹ (aduelas)	Maceração pós-fermentativa (FM) (~15-16 °C/ 6 meses)	Sim	F
Moravia Agria	Mistura de francesa (<i>Quercus petraea</i>) e americana (<i>Quercus alba</i>)	Em pó	Médio 3 e 6 g·L ⁻¹	Maceração fermentativa (FA = 10 dias e FM = 20 a 30 dias) Maceração pós-fermentativa (FM, 7 dias)	Sem	G

* MO = tratamento associado a microoxigenação; FA = fermentação alcoólica; FM = fermentação malolática; AFM = após a fermentação malolática; ¹doses novas a cada etapa. Referências: A = Martínez-Gil *et al.* (2018); B = Alencar *et al.* (2019); C = Gordillo *et al.* (2013); D = Gordillo *et al.* (2016); E = Del Álamo *et al.* (2010); F = Alamo-Sanza *et al.* (2019); G = García-Carpintero *et al.* (2012).

Os CF são extraídos principalmente da uva no vinho durante o esmagamento, prensagem, maceração/FA (HE *et al.*, 2012; MONAGAS; BARTOLOMÉ, 2009) e, transformados ao longo do processo de vinificação devido ao metabolismo dos microrganismos durante o processo de fermentação do vinho (HERNÁNDEZ *et al.*, 2007; LI *et al.*, 2015) e depois durante o envelhecimento com carvalho (HERNÁNDEZ-ORTE *et al.*, 2014; WATRELOT; WATERHOUSE, 2018). Diferenciando-se dos trabalhos encontrados na literatura, bem como, com o intuito de valorizar a uva brasileira, Nogueira (2017) elaborou vinhos tintos jovens de uva BRS Violeta, com inibição da FM, tratados com carvalho granulado de duas origens (francesa e americana), seguido de estudo do efeito do armazenamento (180 dias), a 16 °C, 25 °C e 50 °C, sobre os CF, AA e parâmetros de cor dos vinhos, e foi possível observar que, ao final do período de armazenamento todos os vinhos (controle e tratados com carvalho) mostraram-se muito estáveis frente todas as temperaturas testadas. No entanto, o vinho tratado com carvalho francês resultados positivos com relação a estabilidade das ANT e da cor, bem como da AA (NOGUEIRA, 2017). Os resultados obtidos até o momento com o processo de vinificação da uva BRS Violeta instigaram novos estudos sobre o tratamento do vinho BRS Violeta com carvalho granulado francês, levando em consideração as fermentações, haja visto que a FM não introduz alterações indesejáveis, mas modifica o vinho.

Além disso, não basta melhorar a qualidade dos produtos sem melhorar a sua acessibilidade a maioria da população, uma vez que os altos preços dos vinhos associados à falta de cultura enológica e sua tradição no país ainda estão entre os principais fatores que distanciam o vinho dos brasileiros e resultam em um pífio consumo anual de vinhos. Estes motivos levaram ao estudo do tratamento do vinho de uva BRS Violeta com fragmentos de carvalho, bem como utilizar o coproduto gerado desta vinificação para o desenvolvimento de produtos alimentícios. Isto porque apesar do vinho de BRS Violeta ser conhecido por sua grande quantidade de CF benéficos à saúde, o coproduto gerado ainda contém elevada concentração de CF (BARCIA *et al.*, 2014). A valorização do coproduto gerado do processamento desta uva brasileira torna-se muito vantajoso tanto pelo apelo sustentável quanto pela ampliação de produtos desenvolvidos que apresentam apelo para saudabilidade a preços mais acessíveis.

3. COPRODUTO DA VINIFICAÇÃO

Um problema recorrente no Brasil é a geração de resíduos, entretanto inúmeros pesquisadores vêm buscando alternativas para a utilização destes. Infelizmente o processo de vinificação contribui com essa geração de resíduo, uma vez que gera consideráveis quantidade de coproduto desencadeando graves problemas no meio ambiente. De acordo com Muñoz-Bernal *et al.* (2021) estima-se que a cada 100 kg de uvas utilizadas na vinificação rende de 20 a 25 kg de coproduto. Assim, a produção mundial de coproduto varia de 10,5 a 13,1 milhões de toneladas anuais (GÓMEZ-BRANDÓN *et al.*, 2019).

O coproduto da vinificação composto por engaço, polpa, casca e semente, além de ter alto teor de fibra alimentar é rico em CF, incluindo flavonóides, ANT, proantocianidinas e ácidos fenólicos (ILYAS *et al.*, 2021). De acordo com Beres *et al.* (2017), cerca de 70% dos CF permanecem no bagaço da uva após o processo de fermentação-maceração. Vale salientar que os compostos e suas concentrações são influenciados principalmente pela cultivar. Nas atuais circunstâncias globais (pandemia por meio do COVID-19, insegurança alimentar e instabilidade econômica) é imprescindível o aproveitamento deste coproduto, visto que se recuperados podem ser explorados em diversas áreas, tais como nutracêuticos, cosméticos e principalmente na alimentação. Além disso, a valorização efetiva deste coproduto pode contribuir significativamente garantindo a sustentabilidade no processo de vinificação, e reduzindo a insegurança alimentar.

CAPÍTULO II

Vinhos de BRS Violeta tratados com carvalho granulado americano e francês: Influência nas ANT

RESUMO

A Uva BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21) tem se destacado por sua elevada composição em CF, e seu potencial para a elaboração de suco de uva e vinhos. Sua composição fenólica instigou este estudo sobre os efeitos da adição dos carvalhos granulados francês e americano ($3,00 \text{ g L}^{-1}$) em vinhos jovens a $15 \text{ }^\circ\text{C}$ por 30 dias, bem como o efeito do armazenamento (180 dias) a $16 \text{ }^\circ\text{C}$, $25 \text{ }^\circ\text{C}$ e $50 \text{ }^\circ\text{C}$, sobre a evolução nos perfis qualitativos e quantitativos das principais ANT, utilizando CLAE-DAD-SIE-EM/EMⁿ. As concentrações de ANT em todos os vinhos foram significativamente afetadas durante o armazenamento, com reduções acentuadas principalmente em função da temperatura. No tempo zero, o vinho elaborado a partir da uva BRS Violeta apresentou uma concentração de ANT de aproximadamente $230 \text{ mg de mv-3,5-diglc L}^{-1}$. Após o tratamento do vinho com os carvalhos francês e americano (30 dias), as concentrações de ANT ($\text{mg de mv-3,5-diglc L}^{-1}$) passaram a ser de aproximadamente 261 e 269, respectivamente, não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) quando comparado ao vinho controle (sem tratamento). Após 180 dias de armazenamento, nas temperaturas de $16 \text{ }^\circ\text{C}$ e $25 \text{ }^\circ\text{C}$, os vinhos controle, americano e francês apresentaram concentrações de ANT ($\text{mg de mv-3,5-diglc L}^{-1}$) de aproximadamente, 160 e 79; 183 e 96; e 192 e 119, podendo-se observar que os vinhos tratados com carvalho francês apresentaram os maiores valores absolutos. Por outro lado, após 180 dias de armazenameto dos vinhos a $50 \text{ }^\circ\text{C}$, houve degradação quase que total das ANT, com presença apenas as formas diglicosiladas da pn e da mv. Diante dos resultados é possível apresentar a hipótese de que o vinho tratado com carvalho francês resultou em uma melhora na estabilidade das ANT devido a potencial ação antioxidante dos elagitaninos presentes na madeira.

Palavras-chave: Vinho tinto. Carvalho granulado. BRS Violeta.

1. INTRODUÇÃO

Uma uva brasileira tintoreira, a BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21), tem atraído a atenção de vinícolas e pesquisadores, não apenas por apresentarem um conteúdo expressivo de CF (BARCIA *et al.*, 2014; REBELLO *et al.*, 2013), mas por apresentar grande potencial como matéria-prima para a elaboração de vinhos jovens (DECASTILHOS *et al.*, 2019; LAGO-VANZELA *et al.*, 2013) e vinhos envelhecidos (LAGO-VANZELA *et al.*, 2014). Em geral, os vinhos elaborados com uvas que não são viníferas perdem sua cor inicial intensa após alguns anos, o que explica por que não se empregam técnicas de envelhecimento nestes tipos de vinhos. Em *Vitis vinífera*, por exemplo, há exclusivamente ANT monoglicosiladas, enquanto a presença de ANT diglicosiladas é característica marcante de espécies não-viníferas. Em um estudo realizado por Lago-Vanzela *et al.* (2014) sobre a evolução das ANT durante o envelhecimento acelerado do vinho de uva BRS Violeta, armazenado a diferentes temperaturas (15 °C, 25 °C, 35 °C e 50 °C) por 120 dias, foi possível verificar que esses vinhos apresentavam resistência ao desaparecimento das ANT monoméricas e uma boa estabilidade da sua coloração vermelha nas condições testadas. Estes resultados se devem, em parte, às altas proporções das ANT diglicosiladas cumariladas presentes nestes vinhos, uma vez que o grupo *p*-cumaril pode participar na formação de complexos de copigmentação inter- e intramoleculares.

Na técnica de envelhecimento em carvalho tradicional, os vinhos são envelhecidos geralmente em tonéis ou barris de carvalho, sendo que os mais usados são os europeus (*Quercus petraea*, principalmente *Quercus robur*) e os americanos (*Quercus alba*), armazenados em cavernas subterrâneas com ar-condicionado. Durante este processo, existem inúmeras reações químicas e bioquímicas entre os CF naturalmente presentes no vinho e os vários compostos extraídos da madeira (CHINNICI *et al.*, 2015; GONZÁLEZ-CENTENO; CHIRA; TEISSEDRE, 2019; JARAUTA; CACHO; FERREIRA, 2005). A velocidade com que ocorrem as reações, principalmente as oxidativas, é influenciada pela porosidade da madeira do barril à medida que o oxigênio atmosférico difunde lentamente para o vinho. Embora esta técnica possibilite a estabilização da cor e a evolução da composição fenólica (NAVARRO *et al.*, 2016b), é muito onerosa para as vinícolas brasileiras (ALENCAR *et al.*, 2019).

Uma alternativa, aprovada pela OIV (2020), que vem sendo aplicada pelos enólogos, em virtude de ser economicamente mais viável, é o tratamento de vinhos com

fragmentos de carvalhos de diferentes espécies e origens. Ressalta-se que os efeitos produzidos pela aplicação desta técnica, seguidos pelo envelhecimento na garrafa, são diferentes dos obtidos com o tratamento em barril e dependem de vários fatores, como tamanho do fragmento, origem da madeira, grau de tostagem, dosagem, tempo de contato do carvalho com o vinho (GORDILLO *et al.*, 2016; HERNÁNDEZ-ORTE *et al.*, 2014; MARTÍNEZ-GIL *et al.*, 2020) e estágio de vinificação em que os fragmentos são adicionados (desde a fermentação do mosto ao vinho pronto) (ALENCAR *et al.*, 2019; DEL-ÁLAMO *et al.* 2010; PIZARRO *et al.*, 2014; TAO; GARCÍA; SUN, 2014). Tradicionalmente, estudos com esta temática são avaliados em vinhos elaborados a partir de uvas viníferas (ALANÓN *et al.*, 2013; DEL-ÁLAMO-SANZA *et al.*, 2019; ESPITIA-LÓPEZ *et al.*, 2015; HERNÁNDEZ-ORTE *et al.*, 2014; ORTEGA-HERAS *et al.*, 2010).

Neste contexto, estudo sobre a evolução de CF de vinho produzido a partir da cultivar brasileira BRS Violeta, seguido de tratamento com carvalho granulado de duas origens (americano (*Quercus alba*) e francês (*Quercus sessiliflora*)) após a FA, durante 180 dias sob diferentes temperaturas foi realizado. Os vinhos foram armazenados as temperaturas de 16 °C, 25 °C e 50 °C, simulando, respectivamente, o armazenamento nas vinícolas, o armazenamento nos estabelecimentos comerciais ou domicílios e o envelhecimento acelerado dos vinhos). Os resultados obtidos do referido estudo foram positivos com relação a estabilidade das ANT totais e manutenção da AA, especialmente nos vinhos tratados com o carvalho francês. No entanto, no referido trabalho, foram utilizadas apenas análises espectrofotométricas (NOGUEIRA, 2017).

Para dar continuidade a avaliação do potencial de mercado desta uva para a elaboração de vinhos, o presente estudo objetivou avaliar a evolução dos perfis qualitativo e quantitativo das ANT presentes em vinhos BRS Violeta, tratados com carvalho granulado de duas origens (americano (*Quercus alba*) e francês (*Quercus sessiliflora*)) após a FA, durante 180 dias a três temperaturas (16 °C, 25 °C e 50 °C), por meio de CLAE-DAD-SIE-EM/EM¹.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Químico

Todos os solventes utilizados foram de grau cromatográfico (> 99%); todos os padrões químicos foram de grau analítico (> 95%); e foi utilizado água ultrapura (sistema Milli-Q). Os padrões químicos mv-3-glc, mv-3,5-diglc e pn-3,5-diglc foram provenientes

da Phytolab (Vestenbergsgreuth, Alemanha); enquanto cy-3-glc e cy-3,5-diglc foram da Extrasynthese (Genay, França).

2.2 Elaboração dos vinhos de BRS Violeta

As uvas foram provenientes do município de São Roque, São Paulo, Brasil, localizado com as coordenadas geográficas 23° 31 '44 "S e 47° 08' 06" W, e 771 m acima do nível do mar (referido WGS84 datum, World Geodetic System 1984), na sua maturação comercial ideal e em boas condições sanitárias. A caracterização físico-química da uva utilizada na vinificação foi realizada a partir das seguintes análises: conteúdo de sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH) e AT, expresso em ácido tartárico, segundo metodologias preconizadas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005). Além disso, a uva foi caracterizada quanto a concentração de ANT totais, expresso em mg de mv-3,5-diglc·kg⁻¹ de uva, de acordo com metodologia descrita por Lago-Vanzela *et al.* (2011); e quanto à concentração de CFT, expresso em mg EAG·kg⁻¹ de uva, segundo metodologia de Folin-Ciocalteu (OUGH; AMERINE, 1988).

O processo de vinificação foi o usual no Brasil para a produção de vinhos tintos jovens elaborados a partir de cultivares de uvas não-viníferas. As seguintes etapas foram empregadas: desengace e esmagamento das uvas (620 kg); adição de metabissulfito de potássio (210 mg·kg⁻¹ de uva) e despectinização (COAPECT PTE, Coatec Industrial e Comercial Ltda, Bento Gonçalves, RS, Brasil, na proporção de 4, 0 mg·kg⁻¹ de uva); inoculação com levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Mauriferm Y-904, Coatec Industrial e Comercial Ltda., Bento Gonçalves, RS, Brasil, na proporção de 200 mg·kg⁻¹ de uva); chaptalização, após 7 dias de maceração com bagaço (aproximadamente 50 g·L⁻¹, previamente dissolvido em mosto de fermentação); sulfitação, após a conclusão da FA (140 mg·L⁻¹ de vinho) para inibição da FM; e, estabilização tartárica, a 4 °C em câmara fria por 30 dias.

2.3 Tratamento do vinho BRS Violeta com carvalho granulado não tostado de duas origens diferentes

O vinho jovem de BRS Violeta foi tratado com carvalho granulado não tostado americano (*Quercus alba*) e francês (*Quercus sessiliflora*) (Exclusivas Arraez Bravo, Ciudad Real, Espanha), em triplicata. De acordo com a recomendação do fabricante foi

utilizado uma dosagem de 3 g de carvalho·L⁻¹ de vinho por 30 dias a 15 °C. Para tanto, canutilhos de tela de aço inoxidável, com malha de aproximadamente 1 mm, contendo a quantidade de cada carvalho testada, foram introduzidos em bombona de plástico fabricada em polietileno de alta densidade (PEAD) virgem (capacidade de 7 litros), que por sua vez foram preenchidos totalmente com vinho tinto jovem de BRS Violeta, sem deixar espaço vazio de forma a garantir a ausência de ar no seu interior. Para permitir o contato do carvalho com o vinho de forma efetiva, duas vezes por dia os galões foram agitados manualmente, de forma padronizada, chacoalhando-se para um dos lados durante 1 minuto, este movimento foi repetido nos 4 lados dos galões, para garantir a homogeneização do vinho. Transcorrido os 30 dias de tratamento, retirou-se os canutilhos contendo o carvalho de cada galão de vinho, sendo os vinhos então armazenados sob refrigeração (± 7 °C) para prosseguir com os experimentos. Três amostras de vinho jovem, sem tratamento, foram submetidas às mesmas condições experimentais e denominadas de vinho controle. Assim, esse experimento foi disposto no delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (controle, carvalho americano e carvalho francês) em triplicata.

Os parâmetros enológicos convencionais dos vinhos controle e tratados com o carvalho granulado das duas origens foram determinados, em triplicata, a partir das seguintes análises: teor alcoólico e densidade relativa, utilizando densímetro Anton Paar DMA 45 (RIZZON, 2010); concentração de sólidos solúveis (SS), com o uso de refratômetro de bancada Abbe (AOAC, 2005); potencial hidrogeniônico (pH), pela leitura direta em um potenciômetro digital Tecnal-TEC 11 (OIV, 2020); cinzas, segundo a metodologia OIV (2020); AT, acidez volátil e acidez fixa, com uso de pHmetro, aparato para titulometria e destilador Tecnal (AOAC, 2005); e, extrato seco total, utilizando banho termostático a 100°C e estufa a 105°C até peso constante (AOAC, 2005).

2.4 Monitoramento das alterações nos perfis qualitativos e quantitativos das principais ANT dos vinhos tintos BRS Violeta jovens e envelhecidos em diferentes temperaturas de armazenamento

Esse experimento foi montado em esquema fatorial em parcela subdividida sendo na parcela os fatores tratamentos (vinho controle, carvalho granulado americano e granulado francês) e temperatura de armazenamento (16 °C, 25 °C e 50 °C), e na subparcela o tempo de armazenamento (0, 30 e 180 dias), em triplicata. Para tanto, os

vinhos tratados com os carvalhos granulados americano e francês, bem como os vinhos controle foram transferidos para frascos de vidro de cor âmbar (125 mL) e armazenados em estufas, tipo B.O.D., a 16 °C, 25 °C e 50 °C. Em cada estufa foram colocadas amostras de vinho, em triplicata.

As análises necessárias para determinação da evolução nos perfis qualitativos e quantitativos das principais ANT dos vinhos tintos BRS Violeta jovens e envelhecidos durante o armazenamento, utilizando CLAE-DAD-SIE-EM/EMⁿ, foram realizadas em três pontos do armazenamento (0, 30 e 180 dias), nas temperaturas de 16 °C, 25 °C e 50 °C. Para tanto, foi utilizado o método descrito por Lago-Vanzela *et al.* (2013). A separação, identificação e quantificação foram realizadas usando um sistema cromatográfico Agilent 1100 (Agilent, Waldbronn, Alemanha) equipado com DAD (G1315B) e um detector ESI-MSⁿ LC/MSD Trap VL (G2445C VL), acoplado a um Agilent ChemStation (versão B.01.03). Os dados do espectro de massa foram processados usando o software Agilent LC/MS Trap (versão 5.3). Uma coluna cromatográfica C18 de fase reversa Zorbax Eclipse XDB (2,1 × 150 mm, partícula de 3,5 µm, Agilent) foi usada e mantida a 40 °C, com uma vazão de 0,19 mL·min⁻¹.

Para a análise de ANT, os solventes utilizados foram: solvente A (acetonitrila/água/ácido fórmico, 3:88,5:8,5, v/v/v), solvente B (acetonitrila/água/ácido fórmico, 50:41,5:8,5, v/v/v) e solvente C (metanol/água/ácido fórmico, 90:1,5:8,5, v/v/v). O gradiente linear de solventes para ANT e sua posterior identificação, utilizando um analisador ESI/MS-MS de armadilha de íons no modo de ionização positivo, foi realizado segundo a metodologia descrita por Lago-Vanzela *et al.*, 2013.

A identificação foi baseada em dados das espectroscopias UV-vis e MS/MS obtidas de padrões originais ou comparativamente com resultados anteriores (CASTILLO-MUÑOZ *et al.*, 2009; REBELLO *et al.*, 2013), sendo os cromatogramas DAD extraídos a 520 nm. A quantificação foi realizada por meio da calibração de curva analítica a partir do composto mais representativo, a saber, mv-3,5-diglc.

2.5 Análise de dados

Para interpretação dos dados foi utilizada a análise ANOVA one-way seguida de Tukey, nível de significância de 0,05. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Statistica 7.0 Software (StatSoft Inc., Oklahoma, EUA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização físico-química da uva e do vinho tinto produzido

A uva BRS Violeta utilizada no processo de vinificação apresentou as seguintes características físico-químicas: conteúdo de SS de $19,18 \pm 0,21$ °Brix, pH de $3,75 \pm 0,01$, AT de $11,60 \pm 0,03$ g de ácido tartárico·kg⁻¹ de uva, concentração de ANT de 2888 ± 252 mg de mv-3,5-diglc·kg⁻¹ de uva e, CFT de $4715,44 \pm 17,48$ mg EAG·kg⁻¹ de uva.

Os parâmetros enológicos convencionais determinados nos vinhos (controle e tratados com o carvalho granulado das duas origens), em triplicata, apresentaram valores aceitáveis com base nos padrões preconizados pela legislação brasileira (BRASIL, 2018). Os valores apresentados para todos os vinhos analisados estão na faixa para: teor alcoólico entre 7,67 e 9,62% v/v; densidade relativa entre 0,9869 e 0,9893 g·cm⁻³; concentração de SS entre 4,25 e 5,00 °Brix; pH entre 3,69 e 4,05; cinzas entre 2,81 e 3,38 g·L⁻¹; AT entre 88,00 e 108,00 meq·L⁻¹ ou 6,60 - 8,10 g·L⁻¹ em ácido tartárico); acidez volátil entre 18,48 e 20,05 meq·L⁻¹ ou 1,11 e 1,57 g·L⁻¹ em ácido acético; acidez fixa entre 66,86 e 89,52 meq·L⁻¹; e, extrato seco total entre 18,81 - 26,77 g·L⁻¹.

3.2 Alterações no perfil qualitativo e quantitativo de ANT presentes nos vinhos tintos de BRS Violeta

O vinho elaborado a partir da uva BRS Violeta apresentou uma concentração de ANT de 230 ± 47 mg eq. de mv-3,5-diglc·L⁻¹ (Tabela 2.1). Esse valor é inferior ao encontrado por Lago-Vanzela *et al.* (2013), ao analisarem vinhos tintos de BRS Violeta elaborados a partir de quatro safras (2009-2012) ($1251 - 1975$ mg eq. de mv-3,5-diglc·L⁻¹), porém dentro da faixa (124 e 818 mg eq. de mv-3,5-diglc·L⁻¹) relatada por De-Castilhos *et al.* (2016), após avaliar o efeito de técnicas de vinificação (chapéu-submerso e pré-secagem das uvas BRS Violeta) para produção de vinho tinto. Sabe-se que a transferência de ANT das uvas para o vinho é variável e muitas vezes limitada a valores inferiores a 40%, permanecendo grande parte destes compostos no bagaço e até mesmo nas borras (BOULTON, 2001; MORATA *et al.*, 2005). Como a elaboração do vinho de BRS Violeta tem um curto tempo de maceração, a transferência destes compostos é menor, o que justifica os baixos valores encontrados no presente estudo.

Tabela 2.1 Características espectrais EM/EM das ANT identificadas nos vinhos tintos de BRS Violeta, analisadas em 0 (Controle), 30 e 180 dias de armazenamento a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD-SIE-EM/EMⁿ, proporção molar (porcentagem de cada ANT individual em relação ao conteúdo total) e concentração total (em mg equivalente de mv-3,5-diglc·L⁻¹). Dado como valor médio ± desvio padrão (n = 3).

I	Proporção molar (%)																				
	Americano							Controle							Francês						
	C	30 dias			180 dias			C	30 dias			180 dias			C	30 dias			180 dias		
		Temperaturas (°C)			Temperaturas (°C)				Temperaturas (°C)			Temperaturas (°C)				Temperaturas (°C)			Temperaturas (°C)		
	16	25	50	16	25	50		16	25	50	16	25	50		16	25	50	16	25	50	
dp-3,5-diglc	4,06	10,40	9,79	4,75	4,99	ND	ND	4,83	7,89	7,26	6,02	6,86	3,13	ND	3,28	7,75	6,04	4,20	5,17	4,07	ND
	± 1,09	± 4,12	± 2,91	± 4,21	± 0,89			± 1,12	± 2,51	± 3,08	± 2,64	± 3,27	± 1,30		± 2,31	± 1,19	± 4,20	± 3,70	± 1,47	± 1,68	
cy-3,5-diglc	13,85	14,11	14,06	12,57	14,28	9,70	ND	12,89	13,49	13,44	11,82	13,42	13,83	ND	13,70	13,91	13,95	11,90	14,18	12,26	ND
	± 0,39	± 0,04	± 0,25	± 0,82	± 0,04	± 0,66		± 1,83	± 0,21	± 0,37	± 0,14	± 0,35	± 5,92		± 0,48	± 0,05	± 0,44	± 0,50	± 0,51	± 2,15	
pt-3,5-diglc	11,67	13,51	13,52	11,71	12,64	8,44	ND	11,00	12,55	12,44	12,31	12,42	13,08	ND	10,85	12,75	12,33	11,70	12,77	11,26	ND
	± 0,68	± 0,95	± 0,71	± 1,39	± 0,25	± 0,56		± 2,35	± 0,61	± 0,77	± 0,60	± 0,70	± 5,60		± 1,46	± 0,25	± 1,42	± 1,40	± 0,48	± 1,71	
pn-3,5-diglc	24,98	21,17	20,80	23,02	23,85	28,94	47,42	25,10	22,37	22,67	21,05	23,03	34,95	46,09	25,81	22,47	23,35	22,70	23,82	25,12	39,64
	± 1,01	± 2,27	± 1,71	± 3,05	± 0,54	± 0,50	± 0,36	± 3,65	± 1,64	± 2,06	± 1,67	± 2,05	± 15,24	± 0,25	± 1,97	± 0,69	± 3,04	± 2,80	± 1,24	± 2,09	± 5,63
mv-3,5-diglc	36,72	32,28	32,15	36,99	36,84	46,55	52,58	37,88	33,70	34,99	36,07	36,16	61,30	53,91	38,00	33,91	35,60	37,80	36,45	40,24	60,36
	± 1,34	± 3,12	± 2,44	± 4,32	± 0,66	± 1,02	± 0,36	± 5,12	± 2,09	± 2,70	± 2,57	± 2,75	± 6,63	± 0,25	± 2,57	± 1,01	± 4,05	± 3,90	± 1,63	± 2,80	± 5,63
dp-3-cmglc-5-glc	0,42	0,42	1,44	1,16	0,35	0,15	ND	0,71	1,39	1,07	1,79	0,71	0,22	ND	0,36 ±	1,06	0,79	1,10	0,50	0,38	ND
	± 0,12	± 0,03	± 0,57	± 1,01	± 0,10	± 0,11		± 0,53	± 0,41	± 0,50	± 0,86	± 0,50	± 0,03		0,28	± 0,23	± 0,72	± 1,00	± 0,23	± 0,07	
cy-3-cmglc-5-glc	1,26	1,29	1,22	1,58	1,03	0,60	ND	1,09	1,29	1,16	1,72	1,00	0,70	ND	1,19	1,23	1,16	1,70	1,08	0,77	ND
	± 0,05	± 0,04	± 0,05	± 0,08	± 0,01	± 0,05		± 0,13	± 0,04	± 0,02	± 0,01	± 0,01	± 0,30		± 0,04	± 0,02	± 0,09	± 0,10	± 0,03	± 0,07	
pt-3-cmglc-5-glc	0,98	1,58	1,51	1,56	0,94	0,53	ND	0,96	1,50	1,33	2,14	1,12	0,78	ND	0,86	1,32	1,17	1,80	1,01	0,83	ND
	± 0,13	± 0,27	± 0,19	± 0,51	± 0,08	± 0,07		± 0,40	± 0,18	± 0,24	± 0,37	± 0,22	± 0,33		± 0,26	± 0,08	± 0,42	± 0,60	± 0,13	± 0,07	
pn-3-cmglc-5-glc	1,13	0,96	0,95	1,30	0,90	0,89	ND	1,01	1,06	1,00	1,37	0,90	0,99	ND	1,14	0,96	0,99	1,40	0,90	0,83	ND
	± 0,02	± 0,04	± 0,02	± 0,16	± 0,01	± 0,04		± 0,08	± 0,04	± 0,06	± 0,10	± 0,07	± 0,44		± 0,07	± 0,02	± 0,05	± 0,10	± 0,03	± 0,08	
mv-3-cmglc-5-glc	3,65	3,27	3,28	4,39	3,17	3,45	ND	3,45	3,54	3,44	4,76	3,23	3,78	ND	3,69	3,27	3,38	4,90	3,21	3,28	ND
	± 0,06	± 0,11	± 0,01	± 0,43	± 0,02	± 0,14		± 0,23	± 0,10	± 0,14	± 0,23	± 0,18	± 1,68		± 1,18	± 0,06	± 0,10	± 0,30	± 0,11	± 0,37	
cy-3-acgcl-5-glc	0,33	0,34	0,30	0,31	0,28	0,25	ND	0,30	0,31	0,30	0,31	0,29	ND	ND	0,32	0,34	0,31	0,30	0,26	0,19	ND
	± 0,01	± 0,01	± 0,02	± 0,01	± 0,00	± 0,01		± 0,03	± 0,01	± 0,02	± 0,02	± 0,00	ND		± 0,02	± 0,01	± 0,03	± 0,00	± 0,04	± 0,09	
pt-3-acgcl-5-glc	0,29	0,31	0,32	0,23	0,24	ND	ND	0,24	0,30	0,29	0,25	0,29	ND	ND	0,25	0,29	0,29	0,20	0,19	0,23	ND
	± 0,01	± 0,03	± 0,01	± 0,03	± 0,03			± 0,07	± 0,01	± 0,01	± 0,01	± 0,01	ND		± 0,04	± 0,00	± 0,01	± 0,20	± 0,16	± 0,00	
pn-3-acgcl-5-glc	0,10	0,03	0,10	ND	0,09	ND	ND	0,06	0,09	0,08	ND	0,06	ND	ND	ND	0,15	0,10	ND	0,10	0,11	ND
	± 0,00	± 0,02	± 0,02		± 0,00			± 0,05	± 0,00	± 0,00		± 0,05	ND			± 0,03	± 0,01		± 0,01	± 0,02	
mv-3-acgcl-5-glc	0,43	0,14	0,39	0,43	0,40	0,50	ND	0,39	0,39	0,40	0,40	0,41	0,59	ND	0,44	0,44	0,41	0,40	0,37	0,41	ND
	± 0,02	± 0,03	± 0,00	± 0,05	± 0,02	± 0,01		± 0,04	± 0,03	± 0,03	± 0,04	± 0,02	± 0,25		± 0,02	± 0,03	± 0,05	± 0,00	± 0,04	± 0,09	

mv-3-glc	0,09 ± 0,00	0,10 ± 0,02	0,13 ± 0,02	ND	ND	ND	ND	0,07 ± 0,06	0,13 ± 0,01	0,13 ± 0,00	ND	0,12 ± 0,01	ND	ND	0,10 ± 0,00	0,09 ± 0,01	0,11 ± 0,01	ND	ND	ND	ND
10-Metil-pyrdp-3-glc	0,04 ± 0,01	0,08 ± 0,03	0,05 ± 0,00	ND	ND	ND	ND	0,03 ± 0,03	0,01 ± 0,02	ND	ND	ND	ND	ND	0,03 ± 0,01	0,06 ± 0,02	0,02 ± 0,01	ND	ND	ND	ND
% 3-glc	0,13 ± 0,01	0,17 ± 0,04	0,18 ± 0,02	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,10 ± 0,08	0,14 ± 0,03	0,13 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,12 ± 0,01	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,14 ± 0,03	0,15 ± 0,02	0,11 ± 0,01	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
% 3,5-diglc	99,87 ± 0,01	99,83 ± 0,04	99,82 ± 0,02	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	99,99 ± 0,08	99,86 ± 0,03	99,87 ± 0,00	100,00 ± 0,00	99,88 ± 0,01	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	99,86 ± 0,03	99,85 ± 0,02	99,89 ± 0,01	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00
% total de derivados de 3,5-diglc	91,28 ± 12,75	91,48 ± 8,75	90,33 ± 8,82	89,04 ± 12,55	92,60 ± 12,24	93,63 ± 18,06	100,00 ± 3,65	91,69 ± 13,17	90,00 ± 10,22	90,80 ± 10,9	87,26 ± 11,71	91,88 ± 11,52	94,77 ± 17,39	100,00 ± 0,00	91,63 ± 0,83	90,78 ± 10,3	91,2 ± 11,5	88,27 ± 13,04	92,39 ± 12,04	92,96 ± 14,28	100,00 ± 3,65
% total de derivados de 3-cmglc-5-glc	7,44 ± 1,25	7,52 ± 1,08	8,39 ± 0,92	9,99 ± 1,35	6,39 ± 1,09	5,62 ± 1,33	0,00 ± 0,00	7,22 ± 1,13	8,78 ± 1,01	8,00 ± 1,03	11,78 ± 1,37	6,96 ± 1,04	4,78 ± 1,06	0,00 ± 0,00	7,24 ± 1,30	7,85 ± 0,96	7,48 ± 1,13	10,80 ± 1,54	6,69 ± 1,07	6,09 ± 1,17	0,00 ± 0,00
% total de derivados de 3-acglc-5-glc	1,15 ± 0,14	0,83 ± 0,15	1,09 ± 0,12	0,97 ± 0,10	1,01 ± 0,13	0,75 ± 0,18	0,00 ± 0,00	0,99 ± 0,14	1,09 ± 0,13	1,07 ± 0,13	0,96 ± 0,08	1,05 ± 0,15	0,45 ± 0,25	0,00 ± 0,00	1,00 ± 0,09	1,22 ± 0,12	1,12 ± 0,13	0,92 ± 0,13	0,92 ± 0,12	0,95 ± 0,12	0,00 ± 0,00
Total em mg L⁻¹	269 ± 27	282 ± 26	276 ± 7	117 ± 46	183 ± 3	96 ± 2	1 ± 0	230 ± 47	318 ± 8	223 ± 23	71 ± 3	160 ± 6	79 ± 0	1 ± 0	261 ± 43	266 ± 0	220 ± 5	101 ± 7	192 ± 2	119 ± 3	1 ± 0

Abreviatura: ANT, antocianinas; I, identificação, C, controle, dp, delfinidina; cy, cianidina; mv, malvidina; pt, petunidina; pn, peonidina; pyrdp, piranodelfinidina; 3-glc, 3-glicosídeo; 3,5-diglc, 3,5-diglicosídeo; 3-cmglc-5-glc, 3-(6"-*p*-cumaroil)-glicosídeo-5-glicosídeo; 3-acglc-5-glc, 3-(6"-acetil)-glicosídeo-5-glicosídeo; ND, não detectado.

Após o tratamento do vinho com os carvalhos francês e americano (30 dias), as concentrações de ANT (mg eq. mv-3,5-diglc·L⁻¹) passaram a ser de 261 ± 43 e 269 ± 27, respectivamente (**Tabela 2.1**), não apresentando diferença significativa ($p > 0,05$) quando comparado ao vinho controle (sem tratamento). Cejudo-Bastante, Herмосín-Gutiérrez e Pérez-Coello (2011) relataram resultados semelhantes ao do presente estudo com relação às ANT de vinho tinto Merlot, mesmo após avaliar o efeito tanto da técnica de micro-oxigenação (antes e depois da FM), como do tratamento com carvalho americano (*Quercus alba*) não tostado (na dosagem de 7 g·L⁻¹) por 25 dias a 16 °C.

Os vinhos tratados e controle foram então submetidos a um estudo de armazenamento sob diferentes temperaturas (16 °C, 25 °C e 50 °C) por 180 dias para monitorar as alterações nos perfis qualitativos e quantitativos das ANT presentes. A temperatura e o tempo, tanto individualmente como em combinação ($p < 0,05$), apresentaram efeito sobre a concentração de ANT em todos os vinhos durante o armazenamento, dando origem a uma diminuição considerável principalmente relacionada ao aumento da temperatura. Estes resultados já eram esperados, visto que as ANT são compostos termossensíveis. Além disso, as ANT monoglicosiladas das uvas reagem espontaneamente com compostos do vinho a partir de processos como oxidação, condensação e polimerização, com a transformação em novos compostos que têm efeito na cor do vinho. Dependendo do tipo de carvalho utilizado no envelhecimento dos vinhos, a concentração da ANT pode diminuir ou manter-se mais estável, uma vez que estes compostos já que podem reagir com outros presentes na madeira de carvalho em prol da formação de compostos com diferenciadas estruturas químicas (DEL-FRESNO *et al.*, 2018; FREITAS; MATEUS, 2006; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2007; VIVAR-QUINTANA; SANTOS-BUELGA; RIVAS-GONZALO, 2002).

O interessante dos resultados obtidos no presente estudo está relacionado a influência do tratamento com os carvalhos na evolução das ANT de vinho elaborado a partir de uva não vinífera durante o armazenamento, na qual há majoritariamente compostos diglicosilados. No presente estudo, após os 180 dias de armazenamento nas temperaturas de 16 °C e 25 °C, os vinhos tratados com carvalho granulado francês foram os que apresentaram as menores reduções nas concentrações de ANT (**Tabela 2.1**).

Sabe-se que a transferência dos compostos presentes da madeira para o vinho está intimamente relacionada com as tecnologias utilizadas para o envelhecimento do vinho, ao consumo de oxigênio e à origem botânica da madeira. Dependendo da madeira

e, por conseguinte, de sua porosidade e composição, vários níveis de degradação das ANT monoméricas são observados durante a etapa de envelhecimento (DEL-ÁLAMO *et al.*, 2010).

Com relação a composição química, uma das principais diferenças entre os carvalhos de origem europeia (*Quercus robur* L. e *Quercus petraea* L.) e os de origem americana (*Quercus alba* L.) está relacionada a concentração de elagitaninos (taninos hidrolisáveis), sendo os primeiros com concentrações maiores que os de origem americana. Estes compostos presentes na madeira, devido sua estrutura química, são os principais compostos não voláteis extraíveis do vinho e um dos primeiros envolvidos nos processos de oxidação durante o envelhecimento do vinho (GARCÍA-ESTÉVEZ *et al.*, 2015).

Diversos artigos sobre o envelhecimento de vinhos elaborados com uvas viníferas relatam que estes compostos são altamente reativos. Eles podem acelerar a condensação de ANT e taninos com acetaldeído, bem como podem favorecer a polimerização de flavonóis e unir-se a eles formando produtos do tipo flavano-elagitanino (capazes de modular a adstringência e a cor do vinho) (MONAGAS; BARTOLOMÉ, 2009). No entanto, nos vinhos elaborados a partir da uva BRS Violeta, os elagitaninos parecem atuar mais como protetores das ANT contra a degradação oxidativa (CHASSAING *et al.*, 2010; KYRALEOU *et al.*, 2016; WATRELOT; WATERHOUSE, 2018), especialmente no vinho tratado com carvalho francês.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com estudo anterior desenvolvido por Nogueira (2017). Neste referido estudo foi avaliado a evolução da cor do vinho de BRS Violeta tratado com carvalho granulado de duas origens (americano (*Quercus alba*) e francês (*Quercus sessiliflora*)) após a FA, também por 180 dias a três temperaturas (16 °C, 25 °C e 50 °C). A autora relata que os parâmetros de cor de todos os vinhos foram influenciados pela temperatura, entretanto o vinho tratado com carvalho francês se destacou por retardar a alteração do seu tom de cor roxo-púrpura para vermelho-alaranjado.

Com uma análise detalhada da evolução das ANT individuais ao longo do armazenamento (180 dias) dos vinhos tintos de BRS Violeta foram detectados 16 compostos (**Tabela 2.1**): os 3,5-diglc não acilados de dp, cy, pt, pn e mv e seus correspondentes derivados de acetil e *p*-cumaroil, exceto o derivado acetil de mv; e os 3-glc de mv e 10-MHP-pyrdp. No tempo inicial (0 dia), ao realizar o somatório das ANT

mono e diglicosiladas, nos vinhos controle, tratados com carvalho granulado francês e com carvalho granulado americano, observou-se que as proporções de ANT diglicosiladas foram extremamente mais altas (99,99%, 99,86% e 99,87%, respectivamente) enquanto as proporções das monoglicosiladas foram de 0,10%, 0,14% e 0,13%, respectivamente. Lago-Vanzela *et al.* (2013), ao analisarem vinhos tintos de BRS Violeta elaborados a partir de quatro safras (2009-2012), encontraram um perfil de ANT semelhante, com a predominância da compostos diglicosilados (\cong 97,41%).

Ao longo de todo o armazenamento, os derivados não acilados foram o principal tipo de ANT diglicosilada para todos os vinhos, alcançando assim, o somatório em torno de 87,26 - 100%, 88,27 - 100% e 89,04 - 100%, respectivamente para os vinhos controle, tratado com carvalho granulado francês e tratado com carvalho granulado americano. Ao longo de todo o armazenamento (180 dias) nas temperaturas de 16 °C e 25 °C, tanto nos vinhos tratado com carvalhos granulado (francês e americano) quanto no controle, as ANT diglicosiladas não aciladas derivadas da mv, pn e cy destacaram-se por apresentar proporções molares mais altas. Por outro lado, apenas os derivados de mv e pn foram quantificados a 50 °C. Vale salientar que os derivados de mv e pn presentes no vinho tratado com carvalho granulado francês apresentaram as maiores concentrações de ANT até os 30 dias de armazenamento, em quase todas as temperaturas, exceto a 50 °C.

Nota-se que as ANT derivadas da mv são as majoritárias nos vinhos. Embora esta ANT possa ser suscetível a oxidação, do ponto de vista conformacional é considerada o mais estável antocianidina, uma vez que os grupos metoxilados do anel B protegem o grupo hidroxila. Além disso, sabe-se que o número de substituintes no anel B influencia marcadamente na cor das ANT, sendo que quanto maior o número de substituintes haverá um efeito hipercrômico, com incremento na intensidade da cor, bem como um efeito batocrômico, com prevalência dos tons púrpura azulados, que foram demonstrados no presente vinho. Em vinhos elaborados com uvas viníferas, estudos descreveram que o número de hidroxilação ou metoxilação dos três grupos no anel B das antocianidinas não desempenhavam um papel importante na sua degradação, mas o que influenciava de forma positiva na estabilidade das ANT monoméricas foram o número de grupos no anel B (CASTAÑEDA-OVANDO *et al.*, 2009; KYRALEOU *et al.*, 2016; MONAGAS; BARTOLOMÉ, 2009).

Del-Álamo Sanza e Dominguéz (2006), ao avaliarem a evolução do vinho Tinto del País durante seu armazenamento por 15 meses em garrafa em três sistemas diferentes

de envelhecimento (barril, chips e aduelas) e três espécies diferentes de madeira de carvalho (americano, francês e húngaro), relataram que em relação às espécies botânicas da madeira, o vinho tratado com madeira de carvalho francês apresentou as maiores concentrações de ANT, sendo os resultados mais evidentes em pn-3-glc e mv-3-glc. Lago-Vanzela *et al.* (2014), após avaliarem o efeito do envelhecimento acelerado em vinho tinto de BRS Violeta nas temperaturas de 15 °C, 25 °C, 35 °C e 50 °C, relataram que no vinho armazenado a 50 °C os valores de tempo de meia vida ($t_{1/2}$) das ANT não aciladas derivadas de mv, pn e cy foram mais altos (mais estáveis) que os de dp e pt. Ao longo de todo o armazenamento, os derivados *p*-cumaroilados, dominaram claramente em relação aos acetilados, alcançando o somatório em torno de 0 - 11,78%, 0 - 10,80% e 0 - 9,99%, respectivamente, para os vinhos controle, tratado com carvalho granulado francês e tratado com carvalho granulado americano.

Ao longo de todo o armazenamento dos vinhos, nas temperaturas de 16 °C e 25 °C, as ANT diglicosiladas cumaroiladas derivadas da dp e mv destacaram-se em virtude da primeira apresentar a menor proporção molar e a segunda por apresentar a maior proporção molar. Já a 50 °C, não foi possível quantificar nenhuma ANT. O grupo *p*-cumaroil presente nestas ANT está envolvido na formação de complexos de co-pigmentação inter e intramolecular, contribuindo para o aumento da estabilidade das moléculas (LAGO-VANZELA *et al.*, 2013; TAVARES *et al.*, 2019). Lago-Vanzela *et al.* (2014), após avaliarem o efeito do envelhecimento acelerado em vinho tinto de BRS Violeta (sem nenhum tratamento com carvalho) nas temperaturas de 15 °C, 25 °C, 35 °C e 50 °C, relataram que as ANT aciladas, especialmente as *p*-cumaroiladas, são mais resistentes ao armazenamento em temperaturas mais altas (50 °C) quando comparados às não aciladas. Resultados similares também foram relatados por Dipalmo *et al.* (2016), após compararem o conteúdo percentual de ANT monoméricas e de compostos derivados entre vinhos tintos jovens e com 2 anos, a fim de estabelecer a evolução destes compostos durante o envelhecimento. Os autores relataram uma diminuição significativa de ANT monoméricas no vinho envelhecido (2 anos) em relação ao vinho jovem, em particular a ausência de formas livres e derivadas de dp e cy, assim como formação de piranonatocianinas. Por outro lado, observaram uma porcentagem relativamente alta (39%) de pigmentos nativos da uva, especialmente compostos derivados da mv, seguido de pn e pt.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo foi possível observar que as concentrações de ANT em todos os vinhos foram significativamente afetadas durante o armazenamento nas condições estudadas (180 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C), com reduções acentuadas principalmente em função da temperatura. Os vinhos tratados com carvalho francês se destacaram por apresentar as menores reduções de ANT. Com relação às mudanças quantitativas e qualitativas dos vinhos foi possível observar pequenas variações nas concentrações molares, entretanto apenas as antocianinas diglicosiladas derivadas da pn e mv foram encontradas na temperatura de 50 °C após os 180 dias, em virtude de sua maior estabilidade e concentração. Assim, os resultados do presente estudo demonstram que o vinho tratado com carvalho francês resultou em uma melhora na estabilidade das ANT, devido a potencial ação antioxidante dos elagitaninos presentes na madeira.

CAPÍTULO III

Composição fenólica de vinho BRS Violeta: efeito da fermentação
(alcoólica e malolática) e do tratamento com carvalho francês

RESUMO

A cultivar utilizada e as etapas enológicas são muito importantes e influenciam de forma marcante a composição química do vinho e, por conseguinte, sua qualidade. No presente capítulo, teve como objetivo avaliar as alterações nos CF e outras características de qualidade de vinhos de BRS Violeta, que foram submetidos a FA e FM e tratados com carvalho granulado francês não tostados durante armazenamento (120 dias) sob condições aceleradas de temperatura (16 °C, 25 °C e 50 °C). Para tanto, as alterações qualitativas e quantitativas dos principais CF presentes no vinho foram identificadas utilizando cromatografia líquida de alta eficiência com detector de arranjo de diodo (CLAE-DAD-FD). A partir dos resultados pode-se inferir que a FM resultou em vinho com AT inferior quando comparada a acidez determinada no vinho apenas com FA, e com adequada acidez volátil. As concentrações de ANT, determinada a partir das ANT majoritárias, não diferiram significativamente entre os vinhos com indução e inibição da FM, e com os subsequentes vinhos tratados com carvalho no tempo zero. A evolução dos vinhos ao longo dos 120 dias de armazenamento foi muito similar com relação as ANT majoritárias, porém houve redução de quase 100% das ANT após 120 dias à 50 °C. Diferentemente do que ocorreu para as ANT, todos os vinhos tintos produzidos apresentaram uma ótima estabilidade dos flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos, flavan-3-óis e procianidinas ao longo do tempo de armazenamento, permanecendo praticamente estáveis ou com aumentos pontuais de determinados compostos até o final dos 120 dias, mesmo nas temperaturas de 50 °C. Estes resultados estimulam novos estudos sobre a influência deste processo de vinificação na qualidade do vinho produzido.

Palavras-chave: Vinho BRS Violeta. Fermentação. Carvalho.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a vitivinicultura apresenta uma estrutura produtiva e mercadológica diferenciada dos tradicionais países produtores de vinhos (Itália, França e Espanha) por valorizar não somente os vinhos finos elaborados a partir de uvas viníferas mas principalmente os vinhos originários de uvas americanas e híbridas. Estes vinhos representam o maior volume de vinhos nacionais comercializados no país, sendo produzidos principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais (FILTER *et al.*, 2017).

A produção tradicional de vinho tinto a partir de uvas viníferas normalmente consiste em realizar as fermentações alcoólica (FA) e malolática (FM), seguido do envelhecimento em barris de carvalho por um período de tempo variável que pode durar de meses até anos (ALCAIDE-HIDALGO *et al.*, 2007). O processo fermentativo, em particular, influência nas reações que envolvem os CF e pouco se sabe no que diz respeito à levedura a ser utilizada, a temperatura ideal de fermentação e o tipo de tratamento que o mosto de uva americana e/ou híbrida deve sofrer na fase pré e pós-fermentativa. Além disso, estudos mais aprofundados sobre a influência de tecnologias alternativas, tal como o tratamento dos vinhos com fragmentos de carvalho em substituição ao tradicional envelhecimento dos vinhos em barris de carvalho, são necessários, uma vez que induzem reações físicas, químicas e bioquímicas entre os CF naturalmente presentes nas uvas e os vários compostos extraídos a partir de madeira, promovendo significativas alterações na composição química e, por conseguinte, nas características sensoriais dos vinhos (CHINNICI *et al.*, 2015; GONZÁLEZ-CENTENO; CHIRA; TEISSEDRE, 2019; GORTZI *et al.*, 2013; SÁNCHEZ-CÓRDOBA; DURÁN-GUERRERO; CASTRO, 2021).

As uvas brasileiras não viníferas, desenvolvidas pela Embrapa, são pouco exploradas comercialmente para a produção de vinhos tintos de mesa. Estudos demonstram resultados positivos no uso da cultivar BRS Violeta para a vinificação em tintos jovens e envelhecidos (DE-CASTILHOS *et al.*, 2017; DE-CASTILHOS *et al.*, 2019; LAGO-VANZELA *et al.*, 2013; LAGO-VANZELA *et al.*, 2014; NOGUEIRA, 2017; REBELLO *et al.*, 2013).

Nogueira (2017) ao elaborar vinhos tintos jovens de uva BRS Violeta, com inibição da FM, tratados com carvalho granulado de duas origens (francesa e americana), seguido de estudo do efeito do armazenamento (180 dias), a 16 °C, 25 °C e 50 °C,

observou que o vinho tratado com a espécie de carvalho *Quercus petraea* apresentou valores significativamente maiores de AA e CFT em relação ao vinho tratado com a espécie de carvalho *Quercus alba*. Vale salientar que os elagitaninos presentes neste tipo de carvalho francês podem atuar como antioxidantes naturais e proteger outros compostos do vinho contra a oxidação, devido à sua grande capacidade de reagir com o oxigênio, minimizando a degradação dos CF (NAVARRO *et al.*, 2016a).

Até o momento não há conhecimento de estudos sobre o efeito da FM nos CF ou nos parâmetros de cor do vinho elaborado com a uva BRS Violeta. Os estudos neste tema são normalmente provenientes de vinhos elaborados com uvas viníferas, ou mais direcionados às alterações de aroma, amins biogênicas ou pesquisas microbiológicas (IZQUIERDO-CAÑAS; MENA-MORALES; GARCÍA-ROMERO, 2016; MARTÍNEZ-PINILLA *et al.*, 2012; PACHECO *et al.*, 2022).

Sabe-se que o sucesso da FM depende da capacidade das bactérias acidoláticas suportarem bem diferenciados fatores de stress proporcionados pelos vinhos, tal como pH, concentração de etanol e de dióxido de enxofre, bem como da concentração e composição de CF da uva utilizada como matéria-prima no processo de vinificação (BECH-TERKILSEN *et al.*, 2020; DEVI; ANU-APPAIAH, 2018; GARCÍA-RUIZ *et al.*, 2011; LOMBARDI *et al.*, 2012; VIVAS; LONVAUD-FUNEL; GLORIES, 1997; ZIMDARS *et al.*, 2020). Devido a composição de CF da uva BRS Violeta ser diferenciada das uvas viníferas é interessante avaliar seu comportamento frente a FM durante o processo de vinificação.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a evolução do perfil qualitativo e quantitativo dos principais CF presentes em vinhos BRS Violeta com inibição (somente com FA) e indução da FM, tratados durante um período relativamente curto (30 dias/15 °C) com carvalho granulado não tostado francês (*Quercus petraea*), seguido de armazenamento durante 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C. Para isso, foi utilizada CLAE-DAD-FD.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Químico

Metanol e ácido fosfórico 85% grau cromatográfico foram fornecidos pela Vetec Química Fina Ltda (Rio de Janeiro, Brasil); acetonitrila grau cromatográfico foi fornecida pela Casa do Laboratório Ltda (Recife, Brasil); água ultra-pura foi obtida de um

ultrapurificador (Purelab Option, Q Elga System, Estados Unidos). Os padrões analíticos referentes aos ácidos fenólicos (ácido caféico e ácido gálico) foram adquiridos na Chem Service (West Chester, Estados Unidos); o *cis*-resveratrol foi obtido pela Cayman Chemical (Michigan, Estados Unidos); já os compostos *trans*-caftárico, ácido clorogênico e ácido *p*-cumárico foram adquiridos pela Sigma Aldrich (St. Louis, Estados Unidos). Todos os outros padrões analíticos referente as classes de compostos antociânicos (dp-3-glc, mv-3,5-diglc, cy-3,5-diglc, mv-3-glc, cy-3-glc, pn-3-glc, e pl-3-glc) bem quanto aos não antociânicos (ácido ferúlico, caempferol 3-glicosídeo, quercetina 3-glicosídeo, miricetina, rutina, isorhamnetina 3-glicosídeo, *trans*-resveratrol, piceanol, viniferina, (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)-epicatequina galato, (-)epigallocatequina galato, procianidina A2, B1 e B2) foram adquiridas da Extrasintese (Geney, França).

2.2 Processo de vinificação da uva BRS Violeta em vinho tinto e tratamento com carvalho

As uvas foram provenientes do município de São Roque, São Paulo, Brasil, localizado com as coordenadas geográficas 23° 31 '44 "S e 47° 08' 06" W, e 771 m acima do nível do mar (referido WGS84 datum, World Geodetic System 1984), na sua maturação comercial ideal e em boas condições sanitárias. A uva apresentou, no início do processo de vinificação, as seguintes características químicas: conteúdo de sólidos totais de $14,48 \pm 0,70$ °Brix, pH de $3,30 \pm 0,02$, AT de $7,30 \pm 0,06$ g de ácido tartárico·kg⁻¹ de uva, segundo metodologias preconizadas pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005). Além disso, a uva apresentou uma concentração de ANT de $3292,37 \pm 71,78$ mg mv-3,5-glicosídeo·kg⁻¹ de uva, de acordo com metodologia descrita por Lago-Vanzela *et al.* (2011); assim como CFT de $6200 \pm 101,85$ mg EAG·kg⁻¹ de uva, segundo metodologia de Folin-Ciocalteu (OUGH; AMERINE, 1988).

O processo de vinificação seguiu as metodologias descritas por Nogueira (2017) e De-Castilhos (2015a,b), com pequenas modificações. A vinificação iniciou-se com desengace e esmagamento manual das uvas (50 kg) em reatores de fermentação de 30 L; adição de metabissulfito de potássio (150 mg de K₂S₂O₅·kg⁻¹ de uva) e despectinização (COAPECT PTE, Coatec Industrial e Comercial Ltda, Bento Gonçalves, RS, Brasil, na proporção de 60 mg·kg⁻¹ de uva); inoculação da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Mauriferm Y-904, Coatec Industrial e Comercial Ltda., Bento Gonçalves, RS, Brasil, na proporção de 200 mg·kg⁻¹ de uva); maceração por 7 dias e remontagens duas vezes ao dia

(os reatores apresentaram tampas interiores perfuradas que ficavam submersas a uma altura de 2/3 das bases, para aumentar o contato das cascas com o mosto, em conformidade com o método descrito por Sampaio, Kennedy e Vasconcelos (2007)); descuba e prensagem manual; chaptalização, em virtude do teor de açúcar inicial ser insuficiente para esta cultivar; primeira trasfega após 10 dias; divisão do vinho em dois volumes iguais; uma parte destinada a inibição da FM, sendo novamente submetida a sulfitagem (100 mg de $K_2S_2O_5 \cdot L^{-1}$ de vinho) e estabilização tartárica, a 4 °C em câmara fria por 30 dias; e a outra metade dos vinhos destinada a indução da FM, sendo submetida a segunda trasfega após 10 dias, inoculação da bactéria *Oenococcus oeni* (10 mg de bactéria $\cdot L^{-1}$ de vinho) e nutriente específico das bactérias lácticas para a FM Energizer (Laffort, Burdeos, França, na proporção 0,5 mg $\cdot L^{-1}$ de vinho), finalização da FM (20 dias, a temperatura de 20 °C) monitorada por Cromatografia em Camada Delgada (TLC) de acordo com Stamer, Weirs e Mattick (1983) (resultados da análise não apresentados), terceira trasfega, sulfitagem (100 mg de $K_2S_2O_5 \cdot L^{-1}$ de vinho) e estabilização tartárica em câmara fria a 4 °C por 30 dias.

Finalizada esta etapa, os vinhos jovens de BRS Violeta elaborados, com inibição e indução da FM, foram tratados com carvalho granulado não tostado de origem francesa (*Quercus petraea*) (Exclusivas Arraez Bravo, Ciudad Real, Espanha) em duplicata. A dosagem utilizada para o tratamento foi de 3 g de carvalho $\cdot L^{-1}$ de vinho durante 30 dias a 15 °C, de acordo com a recomendação do fabricante. A porção de carvalho foi acomodada dentro de canutilhos de tela de aço inoxidável, com malha de aproximadamente 1 mm, para facilitar a sua retirada após o tratamento. Estes canutilhos contendo os carvalhos foram introduzidos em garrafas plásticas atóxicas (capacidade de 3,3 L), que por sua vez, foram preenchidos totalmente com vinho tinto jovem de BRS Violeta, sem deixar espaço vazio, de forma a garantir a ausência de ar no seu interior.

Para permitir o contato do carvalho com o vinho de forma efetiva, duas vezes por dia os galões foram agitados manualmente, de forma similar, para homogeneização do vinho. Transcorrido os 30 dias de tratamento, retirou-se os canutilhos contendo o carvalho de cada galão de vinho, sendo estes então armazenados sob refrigeração para prosseguir com os experimentos. Duas amostras de vinho jovem foram submetidas às mesmas condições experimentais, porém sem a adição do carvalho, e denominadas de vinho controle.

Os parâmetros enológicos convencionais dos vinhos com inibição e indução da FM, ambos com controle e tratado com carvalho, foram determinados, em triplicata: teor alcoólico e densidade relativa utilizando densímetro Anton Paar DMA 45 (RIZZON, 2010); pH pela leitura direta em um potenciômetro digital Tecnal-TEC 11 (OIV, 2020); cinzas segundo a metodologia OIV (2020); acidez total, expressa em ácido tartárico, acidez volátil, expressa em ácido acético, e acidez fixa com uso de pHmetro, contendo aparato para titulometria e destilador Tecnal (AOAC, 2005); e, extrato seco total, utilizando banho termostático a 100°C e estufa a 105°C até massa constante (AOAC, 2005).

2.3 Monitoramento da evolução nos perfis qualitativos e quantitativos dos principais CF presentes nos vinhos dos vinhos durante o armazenamento em diferentes temperaturas

Os vinhos com indução e inibição da FM, ambos com controle e tratado com carvalho, foram transferidos para frascos de vidro de cor âmbar (80 mL), e armazenadas em estufas, tipo B.O.D., a 16 °C, 25 °C e 50 °C, durante 120 dias. O experimento foi conduzido segundo o delineamento em parcelas subdivididas, com a temperatura de armazenamento inteiramente ao acaso nas parcelas, em três níveis (16 °C, 25 °C e 50 °C), com duas repetições, e o tempo de estocagem nas subparcelas, em 6 níveis (0, 5, 15, 30, 60 e 120 dias).

Para a identificação e quantificação dos principais CF (ANT, flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos flavan-3-óis e procianidinas dímeras do tipo A e B) presentes nos vinhos foram realizados a partir de métodos otimizados e validados nas mesmas condições analíticas descritas por Natividade et al. (2013) e Costa et al. (2020). Para tanto utilizou-se um sistema cromatográfico composto por cromatógrafo Waters (modelo Alliance 2695, Milford, MA, Estados Unidos) equipado com detector de arranjo de diodos (DAD) (Waters modelo 2998) e um detector de fluorescência (FD) (Waters modelo 2475) (CLAE-DAD-FD). A coluna Gemini NX C-18 (150 mm × 4,6 mm × 3 µm) (Phenomenex, EUA) foi usada e mantida a 40 °C, com uma vazão de 0,5 mL·min⁻¹. Empregando eluição em gradiente, a fase móvel foi constituída de uma solução a 0,85% de ácido orto-fosfórico (Sigma-Aldrich, St. Louis, Estados Unidos, fase A) e acetonitrila grau cromatográfico (Backer, Madrid, Espanha, fase B): a corrida foi iniciada com 100% do solvente A e ajustado para 93% do solvente A e 7% do solvente

B em 10 min; 90% do solvente A e 10% do solvente B em 20 min; 88% do solvente A e 12% do solvente B em 30 min; 77% do solvente A e 33% do solvente B em 40 min; 65% do solvente A e 35% do solvente B em 45 min; e 100% do solvente B em 55 min, sendo a corrida finalizada com 60 min. As amostras de vinho foram injetadas, em duplicata, sem diluição no equipamento, após filtração em membrana de nylon de diâmetro de 13 mm e tamanho do poro de 0,45µm (Analítica, SP, Brasil), utilizando como volume de injeção 10 µL/amostra.

A identificação dos compostos foi baseada em dados obtidos a partir dos detectores de FD e DAD, que foram utilizados simultaneamente, ou comparativamente com resultados anteriores (NATIVIDADE *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2020). Os parâmetros de comprimento de onda do detector de fluorescência utilizados foram 280 nm de excitação e 320 nm de emissão para identificação dos compostos: [(+) - catequina, (-) - epicatequina, procianidina A2, procianidina B1 e procianidina B2. Com o auxílio do DAD, as antocianinas foram detectadas a 520 nm; a 280 nm foram detectados o ácido gálico, *cis*-resveratrol, (-) - galato de epicatequina e (-) - galato de epigallocatequina; a 320 nm detectou-se ácido cafeico, ácido caftárico, ácido clorogênico, ácido *p*-cumárico, ácido ferúlico, *trans*-resveratrol, piceatanol e viniferina; e a 360 nm detectou-se kaempferol 3-glicosídeo, quercetina 3-glicosídeo, isorhamnetina 3-glicosídeo, miricetina e rutina (quercetina 3-rutinosídeo). Os dados foram processados pelo software Waters Empower™ 2 (Milford, MA, EUA). A quantificação dos compostos foi realizada por meio da calibração de curva analítica a partir de cada padrão respectivo.

Como foram determinados apenas os principais compostos presentes nos vinhos optou-se por realizar uma avaliação do comportamento dos vinhos não baseada em análises estatísticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização físico-química dos vinhos produzidos

A produção de vinho tinto é um processo complexo que compreende uma série de etapas consecutivas do processo que irão influenciar as propriedades físico-químicas e sensoriais dos vinhos (SETFORD *et al.*, 2018). Nesta etapa do estudo, os vinhos foram elaborados com inibição e indução da FM e, posteriormente tratados com carvalho francês. Na **Tabela 3.1** estão apresentadas as características enológicas convencionais

determinadas para os vinhos tintos jovens de BRS Violeta, com indução e inibição da FM, antes e após o tratamento com carvalho granulado francês.

Os vinhos produzidos apresentaram densidade relativa (g cm^{-3}) entre 0,9853 e 0,9858 e teor alcoólico (entre 10,58% e 10,95% v/v) dentro da faixa estabelecida para vinhos de mesa (entre 8,6% e 14% em volume, podendo conter até uma atmosfera de pressão a 20 °C) (BRASIL, 2018), sendo que apenas os com indução da FM apresentaram valores significativamente menores quando comparados com os com inibição da FM. O tratamento com carvalho não alterou o teor alcoólico dos vinhos. Vale ressaltar que o teor alcoólico produzido durante o processo fermentativo está diretamente vinculado ao teor de açúcares fermentescíveis existentes na matéria-prima (MAZZOCHI; IDE, 1994). Como a uva BRS Violeta apresentou uma quantidade de açúcares fermentescíveis insuficiente para atingir o grau alcoólico desejado, houve a necessidade de inserir ao processo de vinificação a etapa de chaptalização, que é permitida pela legislação brasileira (BRASIL, 2018).

Outros autores desenvolveram vinhos de mesa a partir da uva BRS Violeta. Lago-Vanzela *et al.* (2013) produziram vinhos tintos de mesa de quatro distintas safras da uva BRS Violeta com emprego de chaptalização, porém com desenvolvimento completo da FA seguido de FM espontânea. Os autores relataram que os vinhos produzidos apresentaram uma faixa de valores entre 11,4% – 12,0% (v/v). Já De-Castilhos *et al.* (2016, 2019), após elaborarem vinho a partir de BRS Violeta com FA e indução da FM, obtiveram produto com teor alcoólico (13,9 %, v/v) superior ao determinado no presente estudo. As diferenças no grau alcoólico dos vinhos podem influenciar na sua estabilidade química e microbiológica, na maturação e nos perfis de sabor e aroma (CRETIN; DUBOURDIEU; MARCHA, 2018; RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2006).

Tabela 3.1 Caracterização dos vinhos jovens de BRS Violeta, com indução e inibição da FM, antes (Controle) e após o tratamento com carvalho granulado francês (Tratado com carvalho).

Determinações analíticas	Vinhos				Legislação Brasileira ^x
	Com inibição da FM		Com indução da FM		
	Controle	Tratado com carvalho	Controle	Tratado com carvalho	
Teor alcoólico (% v.v ⁻¹)	10,90 ± 0,26ab	10,95 ± 0,06a	10,65 ± 0,21ab	10,58 ± 0,10b	8,60 - 14
Densidade relativa (g.cm ⁻³)	0,9854 ± 0,00a	0,9853 ± 0,00a	0,9857 ± 0,00a	0,9858 ± 0,00a	-
pH	3,85 ± 0,02a	3,81 ± 0,01ab	3,77 ± 0,01bc	3,76 ± 0,01c	-
Acidez total (g.L ⁻¹ , ácido tartárico ou meq.L ⁻¹)	4,81 ± 0,14b ou 64,13 ± 1,93b	5,04 ± 0,04a ou 67,25 ± 0,50a	4,48 ± 0,05c ou 59,75 ± 0,65c	4,52 ± 0,06c ou 60,25 ± 0,87c	40 a 130 meq.L ⁻¹
Acidez volátil (g.L ⁻¹ , ácido acético ou meq.L ⁻¹)	0,43 ± 0,05b ou 7,13 ± 0,85b	0,54 ± 0,05a ou 7,25 ± 0,65a	0,42 ± 0,00b ou 7,00 ± 0,00b	0,53 ± 0,00a ou 7,00 ± 0,00a	Máximo de 20 meq.L ⁻¹
Acidez fixa (meq.L ⁻¹)	57,00 ± 0,00b	60,00 ± 0,00a	52,75 ± 0,00c	53,25 ± 0,00c	-
Cinzas (g.L ⁻¹)	1,87 ± 0,02a	1,56 ± 0,01c	1,74 ± 0,06b	1,88 ± 0,08a	Mínimo de 1,5 g.L ⁻¹
Extrato seco total (g.L ⁻¹)	23,64 ± 0,05b	28,91 ± 0,42a	22,15 ± 0,01c	22,52 ± 0,35c	Mínimo de 21 g.L ⁻¹

*FM = fermentação malolática; ^x Limites preconizados pela legislação brasileira (BRASIL, 2018). Médias (n=3) seguidas de pelo menos uma mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Dentre as análises relacionadas a acidez do vinho, foram realizadas as determinações da AT, acidez volátil, acidez fixa e pH. Todos os vinhos tintos de BRS Violeta apresentaram valores de acidez total dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira (40 a 130 meq·L⁻¹) (BRASIL, 2004). Observa-se que os vinhos com FM apresentaram valores de acidez total menores quando comparado aos valores determinados nos vinhos sem FM. A acidez fixa representa os ácidos tartárico, málico, láctico, succínico e cítrico; de forma geral, com aproximadamente 90% do total representado pelos ácidos tartárico e málico nos vinhos (BARNABÉ, 2006). Pode-se observar que os valores de acidez fixa foram significativamente menores para os vinhos com indução da FM.

Este resultado já era esperado uma vez que durante a FM as bactérias acidoláticas inoculadas no vinho convertem parte do ácido málico naturalmente presente na uva em ácido láctico e dióxido de carbono. Devido o ácido málico ser um ácido mais forte que o láctico, esta transformação reflete na redução da acidez do vinho (COOKE, 2004). Estudos disponíveis na literatura relatam esta tendência de redução da acidez total, porém em intensidades diferentes dependendo da cultivar e de sua origem geográfica (GARCÍA-CARPINTERO *et al.*, 2012; IZQUIERDO-CAÑAS; MENA-MORALES; GARCÍA-ROMERO, 2016; RIZZON; MIELE, 2002; RIZZON; ZANUZ; MIELE, 1998; WANG *et al.*, 2018). A FM é uma etapa realizada com frequência nos processos de vinificação em tinto uma vez que com a diminuição da acidez do vinho é possível obter um produto mais suave e agradável gustativamente (SILVA *et al.*, 2003).

Os vinhos produzidos apresentaram valores de pH de aproximadamente 3,8, porém a legislação brasileira não estabelece limites para vinhos de mesa. Dependendo da cultivar ou da variedade empregada para a elaboração do vinho e, por conseguinte de sua composição química, bem como em função das etapas enológicas empregadas no processo de vinificação, o vinho pode apresentar pH numa faixa entre 3 e 4 (KONTOUDAKIS *et al.*, 2011). Embora um comportamento mais previsível de que a redução da acidez total, após a FM, seja acompanhada por um aumento do pH do vinho (WANG *et al.*, 2018), no presente estudo bem como em outros disponíveis na literatura (GARCÍA-CARPINTERO *et al.*, 2012; IZQUIERDO-CAÑAS; MENA-MORALES; GARCÍA-ROMERO, 2016; RIZZON; ZANUZ; MIELE, 1998) observou-se que o pH dos vinhos não apresentaram incrementos em seus valores.

Rizzon, Zanuz e Miele (1998), por exemplo, após produzir vinhos tintos das cultivares Merlot e Cabernet Sauvignon, provenientes das regiões da Serra Gaúcha (Bento Gonçalves), porém sem tratamento com carvalho, relataram que não foram detectadas diferenças significativas nos níveis de pH entre os vinhos nas duas fases de vinificação (após as FA e FM), embora tenha observado também a redução da acidez total dos vinhos. Autores descrevem que dentre os fatores que interferem no equilíbrio ácido-base e que são capazes de modificar o pH do vinho destacam-se: as características relacionadas ao processo produtivo de cada cultivar da uva (grau de maturação, condições edafoclimáticas durante o cultivo, posição da vinha e condição fitossanitária das uvas e, adubação do solo), como também devido a diversos fatores que ocorrem durante as etapas de vinificação. Dentre elas podem ser citadas: a) dissolução de minerais (especialmente potássio) e ácidos orgânicos da casca da uva para o mosto durante a etapa de esmagamento, maceração e descuba; b) síntese de ácidos orgânicos durante a FA; c) conversão do ácido málico em ácido lático na FM; e, d) precipitação do ácido tartárico na forma de bitartarato de potássio e tartarado neutro de cálcio – eventos que podem impedir ou aumentar o pH dependendo das proporções dos ácidos livres no vinho (BOULTON, 1980a,b; RIZZON; MIELE, 2002).

De qualquer forma é de conhecimento que o pH é um fator enológico importante que pode afetar a sobrevivência bacteriana e a extensão da remoção do ácido málico. Sob a condição de pH mais baixo, algumas *O. oeni* são evidentemente inibidas durante os primeiros dias de fermentação, e a extensão do FM costuma ser mais prolongada para alcançar a redução do ácido málico. A perda de viabilidade foi acompanhada pela perda da capacidade de degradação do ácido málico. Além da escolha da cepa da bactéria acidoláticas, o baixo pH é um fator de estresse vital que afeta a sobrevivência destas bactérias e, conseqüentemente, a estabilidade microbiana e a complexidade sensorial dos vinhos. Estudos conduzidos por Gockowiak e Henschke (2003) demonstraram que um pH na faixa de 2,9-3,5 teve uma influência geralmente grande na viabilidade bacteriana e na fermentação. Outros estudos também demonstraram que apenas algumas cepas de *O. oeni* podem sobreviver e realizar a FM em um ambiente de vinho com valores de pH abaixo de 3,5, enquanto a promoção eficiente da FM por cepas de *Lactobacillus*, promissoras na FM de vinhos tintos, torna-se mais viável em valores de pH acima de 3,5 (IORIZZO *et al.*, 2016; LUCIO *et al.*, 2017).

No presente estudo, após a etapa de tratamento com carvalho, os vinhos elaborados com e sem indução da FM não apresentaram diferenças significativas no pH. Resultados estes similares aos relatados por González-Centeno, Chira e Teissedre (2019) e García-Carpintero *et al.* (2012) após maturação de vinhos elaborados com as uvas viníferas Chardonnay e Cabernet Franc em barris de carvalho francês, respectivamente; bem como aos relatados por Izquierdo-Cañas, Mena-Morales e García-Romero (2016) após maturação de vinho elaborado com a uva vinífera Moravia Agria utilizando carvalhos de origem francesa (*Quercus petraea*) e americana (*Quercus alba*), ambos na forma de pó e com grau médio de tostagem.

Mota *et al.* (2009) relatam que níveis muito elevados de pH podem desestabilizar o vinho tanto biologicamente como do ponto de vista físico-químico, uma vez que o torna mais propenso à oxidação e à proliferação microbiana, portanto, compromete a sua vida útil e durabilidade. No entanto, pode-se observar pela **Tabela 3.1** que os vinhos estão dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira (máximo de 20 meq·L⁻¹) (BRASIL, 2004) para acidez volátil e em função dos baixos valores encontrados pode-se inferir que as etapas de vinificação foram bem executadas levando os produtos a uma qualidade microbiológica satisfatória (ZOECKLEIN *et al.*, 1994). Além disso, Lago-Vanzela *et al.* (2013), após produzirem vinhos tintos jovens de BRS Violeta com teores alcoólicos entre 11,4% - 12,0%, v/v e pHs entre 3,57-3,82, relataram que estas características físico-químicas contribuem para um aumento de características interessantes dos vinhos jovens, como sensação de frescor na boca e aumento da intensidade da cor vermelha.

Nos vinhos tintos de BRS Violeta também foram determinados os teores de cinzas (g·L⁻¹) e embora algumas diferenças estatisticamente significativas tenham sido encontradas, elas não são relevantes do ponto de vista prático. Os resultados demonstram que as etapas de maceração e prensagem executadas durante o processo de vinificação foram conduzidas de forma correta e que os vinhos produzidos se enquadram dentro dos limites estabelecido pela legislação brasileira, uma vez que se padroniza 1,5 g·L⁻¹ como valor mínimo de cinzas (BRASIL, 2004).

Por fim, o extrato seco total (g·L⁻¹) foi determinado para todos os vinhos com valores na faixa entre 22,15 e 28,91 e atende a legislação brasileira que exige valores superiores a 21 g·L⁻¹. Esta análise está relacionada à estrutura do vinho, ou seja, ao corpo, sendo que com a elevação do valor há maior sensação de textura proporcionada na boca

(JACKSON, 2008). Apenas com inibição da FM houve diferença significativa entre os valores determinados nos vinhos controle e com tratamento com carvalho.

O vinho é uma matriz muito complexa e há muitas variáveis associadas que atuam conjuntamente para o resultado das suas características físico-químicas, de modo que é difícil estabelecer valores de referência ou padrões para todos os vinhos. A FM pode ser dificultada em alguns cultivares de uva, tal como a Merlot, provavelmente devido à diferença na concentração e composição de compostos que afetam as bactérias ácido lácticas, com especial atenção a alguns CF, e em função da cepa de *O. oeni* (BECHTERKILSEN *et al.*, 2020; DEVI; ANU-APPAIAH, 2018; GARCÍA-RUIZ *et al.*, 2011; LOMBARDI *et al.*, 2012; VIVAS; LONVAUD-FUNEL; GLORIES, 1997; ZIMDARS *et al.*, 2020).

Devido a estes fatores demonstra-se a necessidade de avaliar a composição fenólica dos vinhos de BRS Violeta com inibição e indução da FM e sua relação com a cor dos vinhos. Para tanto, foram determinados os perfis qualitativos e quantitativos dos principais CF presentes nos vinhos. Além disso, a investigação sobre a composição qualitativa e quantitativa dos CF do vinho pode incentivar novos estudos que visem compreender seus possíveis benefícios a saúde.

3.2 Alterações no perfil qualitativo e quantitativo dos principais CF presentes nos vinhos tintos de BRS Violeta

A partir da avaliação dos perfis qualitativos e quantitativo dos principais CF presentes nos vinhos foi possível identificar 30 compostos. Para todos os vinhos, da classe das antocianinas foram determinadas as 6 principais monoglicosiladas derivadas da mv, cy, pt, dp, pn e pg encontradas em uvas, bem como as diglicosiladas derivadas da cy e da mv (**Tabelas 3.2 e 3.3**). Destes compostos nota-se que as majoritárias para todos os vinhos são as derivadas da mv, seguido pela dp e pela cy. Para os flavonóis, detectou-se a presença dos monoglicosídeos da quercetina, caempferol e isorhamnetina, além da rutina e da aglicona livre da miricetina, com predominância da quercetina seguida da isorhamnetina (**Tabelas 3.4 e 3.5**). Já para a classe dos ácidos fenólicos, observa-se a presença dos ácidos gálico, caféico, *trans*-caftárico, clorogênico, ρ -cumárico e ferúlico. Há grande concentração de ácido caftárico, seguido por menores concentrações dos ácidos ρ -cumárico, caféico e gálico (**Tabelas 3.6 e 3.7**). Os estilbenos identificados nos vinhos foram piceatanol, *trans*- e *cis*-resveratrol e viniferina, com o primeiro composto

como majoritário (**Tabelas 3.8 e 3.9**). Já com relação aos flavan-3-óis e procianidinas foram identificados 7 compostos: (+)-catequina, (-)-epicatequina, (-)-galato epigalocatequina, (-)-galato epicatequina, procianidinas A2, B1 e B2, com destaque para as concentrações de (+)-catequina e procianidina B1 (**Tabela 3.10 e 3.11**). Este perfil encontrado nos vinhos foi similar ao relatado por Lago-Vanzela et al. (2013) e De-Castilho *et al.* (2016), exceto por estes estudos apresentarem porcentagens molares importantes dos flavonóis derivados da miricetina e laricitrina e por bem menores porcentagens molares do ácido caftárico.

Como no presente estudo cada composto foi quantificado com seu próprio padrão e não foi calculado um valor total de cada classe de compostos, a comparação de resultados com a literatura foi realizada a partir do composto majoritário de cada classe. No presente estudo, os valores encontrados para mv-3,5-diglc no tempo 0 (622 - 744 mg·L⁻¹) para todos os vinhos analisadas está dentro da faixa relatada em outros estudos que produziram vinhos tintos com a mesma cultivar de diferentes safras, regiões de produção e diferenciadas técnicas enológicas (124 - 1975 mg mv-3,5-diglc·L⁻¹) (LAGO-VANZELA *et al.*, 2013; DE-CASTILHOS *et al.*, 2016). Esses valores são superiores (396 - 508 mg mv-3,5-diglc·L⁻¹) aos encontrados por Wang *et al.* (2018) ao analisarem estes compostos em vinho Cabernet Gernischt (*Vitis vinifera*) após a FM utilizando quatro diferentes cepas de bactérias ácido lácticas (*L. plantarum* (C8-1, Lp39) e *O. oeni* Oenos, e CiNe).

Os autores destacaram que os vinhos com inibição da FM apresentaram as maiores concentrações de ANT. De acordo com Burns, Osborne e Edwards (2011), durante a FM a enzima β-glicosidase sintetizada pela *Saccharomyces cerevisiae* pode resultar na degradação das ANT. No entanto, no presente estudo ao avaliar o comportamento das antocianinas presentes nos vinhos, especialmente, a mv, não foi observada redução na concentração de ANT dos vinhos com indução da FM. Todos os vinhos oscilaram a concentração das antocianinas, porém, reduções significativas destes compostos apenas foram observadas após 120 dias na temperatura de 50 °C. Após o tratamento com carvalho francês dos vinhos com inibição e com indução da FM, as concentrações de ANT (mg mv-3,5-glc·L⁻¹) não diferiram das concentrações de ANT determinadas nos vinhos controle.

Tabela 3.2 Principais ANT identificadas nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Compostos									
			Pg-3-glc	Cy-3,5-diglc	Cy-3-glc	Mv-3,5-diglc	Dp-3-glc	Mv-3-glc	Pn-3-glc	Pt-3-glc		
C	0		16,47 ± 2,60	83,33 ± 13,48	72,37 ± 7,36	744,02 ± 79,77	172,17 ± 26,54	4,21 ± 0,57	1,71 ± 0,37	0,76 ± 0,08		
		16	18,68 ± 2,66	97,25 ± 14,62	77,30 ± 10,78	848,30 ± 93,17	213,20 ± 33,16	5,65 ± 0,62	1,78 ± 0,32	1,10 ± 0,11		
		5	20,85 ± 0,48	108,29 ± 5,22	85,68 ± 2,41	898,56 ± 20,29	245,00 ± 10,61	5,44 ± 1,23	1,67 ± 0,44	1,24 ± 0,23		
	5	50	10,52 ± 1,71	58,65 ± 6,47	46,83 ± 5,83	483,73 ± 55,99	120,75 ± 14,40	3,51 ± 0,32	1,05 ± 0,18	0,64 ± 0,10		
		16	19,64 ± 1,49	101,22 ± 6,21	78,94 ± 4,94	826,02 ± 52,28	224,98 ± 13,06	5,17 ± 0,35	1,98 ± 0,17	1,17 ± 0,02		
		15	10,56 ± 3,47	55,77 ± 19,00	41,82 ± 14,02	452,69 ± 150,01	123,63 ± 43,63	3,41 ± 0,85	0,91 ± 0,31	0,82 ± 0,17		
	15	50	8,38 ± 3,08	47,08 ± 18,25	37,78 ± 15,24	412,54 ± 166,88	99,87 ± 39,20	2,79 ± 0,84	0,71 ± 0,59	0,78 ± 0,14		
		16	16,17 ± 2,83	86,88 ± 14,97	69,67 ± 13,60	728,12 ± 134,48	187,97 ± 36,80	4,59 ± 0,80	1,49 ± 0,53	0,95 ± 0,15		
		30	13,58 ± 0,85	75,24 ± 4,71	59,80 ± 4,11	609,76 ± 30,15	154,33 ± 5,44	4,11 ± 0,50	1,29 ± 0,13	0,86 ± 0,13		
	30	50	4,41 ± 0,28	24,46 ± 0,49	19,95 ± 0,39	226,63 ± 4,33	48,92 ± 1,14	2,08 ± 0,14	0,22 ± 0,14	0,58 ± 0,01		
		16	18,50 ± 0,57	100,41 ± 1,82	77,91 ± 2,34	814,44 ± 17,77	220,79 ± 6,47	5,10 ± 0,53	1,96 ± 0,16	1,05 ± 0,04		
		60	16,34 ± 0,44	93,85 ± 3,10	71,92 ± 2,30	751,11 ± 20,05	202,53 ± 6,71	4,56 ± 0,34	1,74 ± 0,07	1,02 ± 0,07		
	60	50	1,45 ± 0,19	6,83 ± 0,60	6,07 ± 0,50	69,51 ± 5,33	11,45 ± 0,95	1,02 ± 0,09	0,00 ± 0,00	0,58 ± 0,03		
		16	17,00 ± 0,70	95,09 ± 3,42	73,42 ± 2,96	771,34 ± 26,98	210,13 ± 10,13	5,10 ± 0,27	1,77 ± 0,26	1,05 ± 0,06		
		120	13,39 ± 0,28	78,75 ± 2,81	59,66 ± 1,66	613,01 ± 18,59	162,22 ± 6,23	4,12 ± 0,37	1,39 ± 0,09	0,95 ± 0,01		
	120	50	0,00 ± 0,00	0,79 ± 0,13	0,74 ± 0,11	4,63 ± 0,42	0,89 ± 0,17	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,51 ± 0,06		
		Vinhos	t (dias)	T (°C)	Pg-3-glc	Cy-3,5-diglc	Cy-3-glc	Mv-3,5-diglc	Dp-3-glc	Mv-3-glc	Pn-3-glc	Pt-3-glc
		TCF	0		14,69 ± 3,62	75,67 ± 18,64	60,59 ± 14,99	621,45 ± 154,57	155,39 ± 39,02	3,54 ± 0,27	1,22 ± 0,59	0,77 ± 0,11
16	20,90 ± 0,05			109,93 ± 0,48	86,86 ± 0,11	908,54 ± 1,96	244,52 ± 2,58	6,28 ± 0,07	2,02 ± 0,01	1,25 ± 0,07		
5	13,72 ± 2,52			71,41 ± 12,66	56,42 ± 10,92	585,87 ± 116,15	150,32 ± 27,67	4,39 ± 0,58	1,32 ± 0,29	0,88 ± 0,10		
5	50		14,46 ± 0,37	81,34 ± 3,00	63,57 ± 3,34	667,57 ± 28,52	172,95 ± 3,42	4,40 ± 0,03	1,59 ± 0,12	0,77 ± 0,21		
	16		16,82 ± 2,86	88,66 ± 15,76	69,29 ± 12,46	725,65 ± 132,26	197,68 ± 4,94	4,90 ± 0,63	1,64 ± 0,40	0,109 ± 0,09		
	15		20,79 ± 0,52	110,23 ± 2,96	88,10 ± 0,71	925,26 ± 8,69	248,34 ± 8,69	5,21 ± 0,04	2,20 ± 0,04	1,24 ± 0,10		
15	50		9,84 ± 0,14	54,98 ± 2,31	43,94 ± 1,77	486,08 ± 21,41	118,03 ± 5,02	3,55 ± 0,20	0,78 ± 0,53	0,84 ± 0,04		
	16		17,13 ± 3,06	91,78 ± 17,19	73,89 ± 12,71	771,69 ± 137,03	200,56 ± 38,85	5,58 ± 0,92	1,83 ± 0,39	0,98 ± 0,12		
	30		14,96 ± 1,22	83,71 ± 6,68	65,70 ± 4,94	673,31 ± 50,58	168,12 ± 13,98	4,63 ± 0,31	1,45 ± 0,33	0,80 ± 0,04		
30	50		4,74 ± 0,49	23,94 ± 1,56	19,53 ± 1,17	226,26 ± 11,16	49,12 ± 2,78	2,15 ± 0,10	0,31 ± 0,02	0,62 ± 0,03		
	16		18,25 ± 0,47	98,63 ± 2,00	75,59 ± 0,96	803,34 ± 15,42	217,37 ± 6,22	4,55 ± 0,37	1,92 ± 0,03	1,01 ± 0,03		
	60		16,46 ± 0,40	94,93 ± 2,15	71,28 ± 1,54	760,55 ± 20,78	209,49 ± 0,29	4,59 ± 0,29	1,66 ± 0,07	1,12 ± 0,01		
60	50		1,13 ± 0,11	4,91 ± 0,21	4,42 ± 0,22	53,20 ± 2,18	8,60 ± 0,23	0,91 ± 0,10	0,00 ± 0,00	0,53 ± 0,01		
	16		15,50 ± 1,08	87,39 ± 6,59	68,30 ± 4,62	705,69 ± 58,31	183,28 ± 22,30	5,09 ± 0,40	1,57 ± 0,12	0,93 ± 0,10		
	120		13,20 ± 0,57	79,81 ± 2,87	60,30 ± 1,65	628,15 ± 14,15	169,22 ± 6,42	4,26 ± 0,14	1,28 ± 0,13	1,05 ± 0,04		
120	50		0,00 ± 0,00	0,66 ± 0,08	0,49 ± 0,03	2,32 ± 1,17	0,63 ± 0,13	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,51 ± 0,00		

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura; Mv, malvidina; Cy, cianidina; Pg, pelargonidina; Dp, delphinidina; Pt, petunidina; Pn, peonidina; 3,5-diglc, 3,5-diglicosídeo; 3-glc, 3-glicosídeo.

Tabela 3.3 Principais ANT identificadas nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Compostos									
			Pg-3-glc	Cy-3,5-diglc	Cy-3-glc	Mv-3,5-diglc	Dp-3-glc	Mv-3-glc	Pn-3-glc	Pt-3-glc		
C	0		14,62 ± 0,16	80,63 ± 0,62	64,00 ± 0,71	672,27 ± 3,81	163,60 ± 1,84	4,43 ± 0,52	1,53 ± 0,09	0,84 ± 0,00		
		5	16	17,41 ± 0,59	96,01 ± 2,93	74,87 ± 1,96	787,00 ± 21,18	208,39 ± 8,95	5,50 ± 0,62	1,89 ± 0,04	1,09 ± 0,05	
			25	16,54 ± 0,82	92,67 ± 4,51	72,83 ± 2,18	766,58 ± 29,43	199,25 ± 12,37	5,11 ± 0,52	1,56 ± 0,23	1,04 ± 0,08	
	15	50	12,63 ± 0,78	69,39 ± 4,24	54,63 ± 3,50	581,57 ± 39,25	144,36 ± 13,39	3,95 ± 0,57	1,02 ± 0,12	0,90 ± 0,06		
		30	16	16,89 ± 0,81	93,82 ± 3,94	73,00 ± 4,69	747,13 ± 39,84	193,79 ± 12,43	5,01 ± 0,45	1,76 ± 0,06	1,01 ± 0,09	
			25	17,47 ± 0,54	96,97 ± 3,27	73,92 ± 2,29	775,09 ± 25,54	208,67 ± 8,47	5,51 ± 0,18	1,76 ± 0,19	1,09 ± 0,04	
	60	50	8,47 ± 0,47	47,23 ± 0,99	37,26 ± 0,66	411,25 ± 8,55	97,53 ± 2,77	2,78 ± 0,18	0,61 ± 0,12	0,86 ± 0,05		
		120	16	17,99 ± 0,57	99,21 ± 2,54	75,82 ± 2,23	788,92 ± 20,27	212,24 ± 8,16	5,71 ± 0,16	1,87 ± 0,26	1,09 ± 0,03	
			25	17,52 ± 0,67	100,04 ± 3,96	76,18 ± 2,70	791,16 ± 27,57	217,97 ± 10,06	5,58 ± 0,15	1,82 ± 0,10	1,13 ± 0,04	
	TCF	0	50	4,32 ± 0,22	22,68 ± 0,90	18,49 ± 0,82	204,42 ± 6,90	43,22 ± 1,62	1,72 ± 0,08	0,26 ± 0,08	0,66 ± 0,01	
			5	16	18,33 ± 0,73	100,87 ± 3,33	76,95 ± 2,61	801,70 ± 28,09	223,31 ± 8,93	5,87 ± 0,36	1,88 ± 0,24	1,14 ± 0,06
				25	12,74 ± 0,22	74,95 ± 0,36	59,43 ± 1,95	599,21 ± 10,73	146,70 ± 0,28	4,04 ± 0,10	1,47 ± 0,09	0,84 ± 0,02
		15	50	0,58 ± 0,06	6,55 ± 0,37	5,79 ± 0,30	60,60 ± 2,40	9,95 ± 0,47	0,89 ± 0,09	0,00 ± 0,00	0,62 ± 0,06	
			30	16	16,54 ± 0,57	95,46 ± 3,28	72,73 ± 3,34	753,88 ± 30,31	206,44 ± 8,56	5,21 ± 0,24	1,73 ± 0,14	1,07 ± 0,11
				25	14,11 ± 0,25	87,87 ± 1,06	65,59 ± 0,89	680,19 ± 8,53	188,19 ± 2,73	4,45 ± 0,08	1,45 ± 0,16	0,83 ± 0,38
		60	50	0,46 ± 0,00	0,78 ± 0,08	0,69 ± 0,10	6,02 ± 1,00	0,89 ± 0,08	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,54 ± 0,04	
			120	16	14,21 ± 0,23	78,01 ± 2,04	62,27 ± 1,78	644,79 ± 19,41	157,03 ± 3,87	4,70 ± 0,14	1,20 ± 0,63	0,79 ± 0,01
				16	16,89 ± 0,49	94,18 ± 2,95	73,47 ± 2,09	773,76 ± 22,23	205,21 ± 8,21	5,61 ± 0,15	1,67 ± 0,11	1,04 ± 0,04
TCF		5	25	16,99 ± 0,18	95,87 ± 1,59	74,68 ± 1,59	788,33 ± 11,04	207,41 ± 3,84	5,52 ± 0,12	1,61 ± 0,25	1,44 ± 0,02	
			50	11,76 ± 0,21	65,47 ± 0,66	50,98 ± 0,53	535,15 ± 7,33	130,32 ± 0,64	3,62 ± 0,05	1,03 ± 0,11	0,85 ± 0,02	
			15	16	17,53 ± 0,29	98,18 ± 1,74	75,30 ± 2,40	784,90 ± 18,16	209,92 ± 5,56	4,80 ± 0,42	1,78 ± 0,03	1,13 ± 0,03
		25		17,27 ± 0,44	96,44 ± 2,83	73,65 ± 2,07	773,22 ± 20,80	209,27 ± 7,50	5,46 ± 0,13	1,73 ± 0,10	1,12 ± 0,04	
		30	50	7,94 ± 0,38	44,00 ± 34,20	34,20 ± 1,90	377,83 ± 23,89	90,39 ± 5,94	2,62 ± 0,21	0,59 ± 0,20	0,84 ± 0,05	
			60	16	17,51 ± 0,54	97,76 ± 3,21	75,37 ± 2,34	782,29 ± 26,53	210,31 ± 8,59	5,53 ± 0,20	1,85 ± 0,10	1,06 ± 0,04
				25	17,45 ± 0,59	98,38 ± 2,06	75,24 ± 1,76	782,98 ± 16,03	212,92 ± 6,27	5,35 ± 0,08	1,76 ± 0,20	1,07 ± 0,14
		120	50	4,06 ± 0,38	21,39 ± 1,13	17,28 ± 0,94	196,89 ± 9,82	42,12 ± 1,88	1,73 ± 0,12	0,08 ± 0,05	0,64 ± 0,02	
			5	16	19,00 ± 0,28	107,30 ± 1,13	81,55 ± 0,77	851,87 ± 8,95	239,24 ± 2,45	5,95 ± 0,06	2,09 ± 0,03	1,15 ± 0,01
	25			13,72 ± 0,58	80,03 ± 3,21	60,96 ± 2,18	621,11 ± 24,71	158,70 ± 8,88	4,27 ± 0,13	1,39 ± 0,15	0,93 ± 0,05	
	15	50	0,76 ± 0,26	5,42 ± 0,31	4,85 ± 0,32	53,51 ± 2,20	8,76 ± 0,67	0,88 ± 0,08	0,00 ± 0,00	0,55 ± 0,02		
		30	16	16,50 ± 0,45	95,00 ± 1,68	71,65 ± 1,65	748,97 ± 14,37	205,25 ± 4,11	5,05 ± 0,06	1,64 ± 0,08	0,45 ± 0,00	
			25	13,73 ± 0,47	82,71 ± 2,37	61,79 ± 1,65	643,30 ± 20,87	176 ± 5,26	4,06 ± 0,12	1,19 ± 0,20	0,97 ± 0,05	
	50	0,00 ± 0,00	0,71 ± 0,07	0,62 ± 0,06	5,54 ± 0,50	0,73 ± 0,16	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,54 ± 0,04			

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura; Mv, malvidina; Cy, cianidina; Pg, pelargonidina; Dp, delfinidina; Pt, petunidina; Pn, peonidina; 3,5-diglc, 3,5-diglicosídeo; 3-glc, 3-glicosídeo.

Tabela 3.4 Principais flavonóis identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Compostos				
			Caempferol-3-glicosídeo	Quercetina-3-glicosídeo	Isorhamnetina-3-glicosídeo	Miricetina	Rutina
C	0		0,53 ± 0,00	4,79 ± 0,26	1,01 ± 0,02	1,66 ± 0,07	NQ
		16	0,51 ± 0,00	5,04 ± 0,78	1,39 ± 0,02	2,22 ± 0,04	NQ
		50	0,63 ± 0,05	3,95 ± 0,57	0,93 ± 0,06	1,57 ± 0,03	NQ
	5	16	0,60 ± 0,01	5,17 ± 0,23	1,23 ± 0,03	3,07 ± 0,16	NQ
		25	0,59 ± 0,03	4,82 ± 1,12	1,30 ± 0,05	2,84 ± 0,53	NQ
		50	0,63 ± 0,05	3,95 ± 0,57	0,93 ± 0,06	1,57 ± 0,03	NQ
	15	16	0,60 ± 0,01	5,17 ± 0,23	1,23 ± 0,03	3,07 ± 0,16	NQ
		25	0,52 ± 0,06	3,03 ± 0,74	1,02 ± 0,00	2,13 ± 0,62	NQ
		50	1,43 ± 0,00	6,18 ± 0,00	1,36 ± 0,42	3,35 ± 0,93	NQ
	30	16	0,59 ± 0,03	4,64 ± 0,57	1,16 ± 0,13	2,51 ± 0,44	NQ
		25	0,58 ± 0,01	3,96 ± 0,16	0,76 ± 0,19	1,17 ± 0,24	NQ
		50	1,04 ± 0,00	4,95 ± 0,15	1,30 ± 0,02	2,58 ± 0,22	NQ
	60	16	0,65 ± 0,02	4,91 ± 0,30	1,20 ± 0,03	2,51 ± 0,30	NQ
		25	0,70 ± 0,05	4,84 ± 0,13	1,27 ± 0,03	2,94 ± 0,10	NQ
		50	1,23 ± 0,06	5,05 ± 0,16	1,61 ± 0,23	4,01 ± 0,16	NQ
	120	16	0,68 ± 0,04	4,75 ± 0,25	1,36 ± 0,09	3,99 ± 0,33	NQ
		25	0,71 ± 0,04	4,48 ± 0,20	1,33 ± 0,04	2,75 ± 0,26	NQ
		50	1,16 ± 0,09	3,87 ± 0,28	1,45 ± 0,10	3,85 ± 0,37	NQ
TCF	0		0,52 ± 0,04	3,32 ± 0,44	0,81 ± 0,09	1,35 ± 0,11	1,19 ± 0,09
		16	0,53 ± 0,04	5,18 ± 0,07	1,47 ± 0,16	2,94 ± 0,10	1,18 ± 0,00
		50	0,69 ± 0,15	4,81 ± 0,08	1,17 ± 0,04	1,27 ± 0,20	NQ
	15	16	0,58 ± 0,02	4,39 ± 0,71	1,10 ± 0,11	2,54 ± 0,33	NQ
		25	0,58 ± 0,02	5,32 ± 0,04	1,35 ± 0,09	4,03 ± 0,06	NQ
		50	1,42 ± 0,03	5,28 ± 0,26	1,49 ± 0,09	3,66 ± 0,17	NQ
	30	16	0,58 ± 0,01	4,07 ± 0,80	1,02 ± 0,01	1,98 ± 0,30	NQ
		25	0,57 ± 0,01	4,15 ± 0,16	0,97 ± 0,00	1,38 ± 0,07	NQ
		50	1,07 ± 0,05	4,46 ± 0,07	1,33 ± 0,01	2,69 ± 0,17	NQ
	60	16	0,64 ± 0,01	4,45 ± 0,08	1,21 ± 0,02	2,44 ± 0,16	NQ
		25	0,74 ± 0,04	4,58 ± 0,56	1,33 ± 0,04	3,70 ± 0,39	NQ
		50	1,38 ± 0,00	4,67 ± 0,00	1,60 ± 0,00	3,65 ± 0,00	NQ
	120	16	0,63 ± 0,08	4,56 ± 0,25	1,21 ± 0,14	2,46 ± 0,94	NQ
		25	0,78 ± 0,03	4,08 ± 0,22	1,39 ± 0,06	3,30 ± 0,37	NQ
		50	1,36 ± 0,05	3,83 ± 0,23	1,46 ± 0,52	3,81 ± 0,27	NQ

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura; ND, não detectável.

Tabela 3.5 Principais flavonóis identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mg·L⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Compostos				
			Caempferol-3-glicosídeo	Quercetina-3-glicosídeo	Isorhamnetina-3-glicosídeo	Miricetina	Rutina
C	0		0,62 ± 0,00	3,94 ± 0,15	1,06 ± 0,03	1,74 ± 0,02	NQ
		16	0,79 ± 0,00	4,94 ± 0,03	1,40 ± 0,04	3,37 ± 0,31	NQ
		50	1,13 ± 0,06	4,74 ± 0,69	1,40 ± 0,13	3,44 ± 0,28	NQ
	5	16	0,75 ± 0,08	5,04 ± 0,64	1,28 ± 0,06	2,30 ± 0,32	NQ
		25	0,73 ± 0,01	5,04 ± 3,14	1,46 ± 0,87	3,20 ± 0,42	NQ
		50	1,13 ± 0,06	4,74 ± 0,69	1,40 ± 0,13	3,44 ± 0,28	NQ
	15	16	0,75 ± 0,08	5,04 ± 0,64	1,28 ± 0,06	2,30 ± 0,32	NQ
		25	0,90 ± 0,09	5,61 ± 0,41	1,42 ± 0,02	3,26 ± 0,16	NQ
		50	1,20 ± 0,06	5,02 ± 0,10	1,61 ± 0,07	3,87 ± 0,35	NQ
	30	16	0,77 ± 0,09	5,18 ± 0,17	1,38 ± 0,04	2,89 ± 0,27	NQ
		25	1,03 ± 0,03	5,71 ± 0,40	1,65 ± 0,12	4,00 ± 0,21	NQ
		50	1,23 ± 0,14	4,54 ± 0,27	1,61 ± 0,01	3,28 ± 0,13	NQ
	60	16	1,05 ± 0,04	5,75 ± 0,36	1,72 ± 0,10	4,14 ± 0,32	NQ
		25	0,78 ± 0,02	4,54 ± 1,04	1,37 ± 0,41	1,97 ± 0,03	NQ
		50	1,15 ± 0,06	4,80 ± 0,28	1,90 ± 0,05	3,86 ± 0,06	NQ
	120	16	0,73 ± 0,00	6,01 ± 0,39	1,42 ± 0,03	3,81 ± 0,37	NQ
		25	0,92 ± 0,00	6,19 ± 0,21	1,57 ± 0,03	4,92 ± 0,49	NQ
		50	1,62 ± 0,18	4,28 ± 0,26	2,03 ± 0,27	5,01 ± 0,30	NQ
Vinhos	t (dias)	T (°C)	Caempferol-3-glicosídeo	Quercetina-3-glicosídeo	Isorhamnetina-3-glicosídeo	Miricetina	Rutina
TCF	0		0,60 ± 0,03	3,69 ± 0,08	1,02 ± 0,01	1,60 ± 0,02	NQ
		16	0,80 ± 0,04	4,51 ± 0,14	1,35 ± 0,07	3,09 ± 0,18	NQ
		50	1,01 ± 0,01	4,38 ± 0,11	1,19 ± 0,07	1,86 ± 0,02	NQ
	5	16	0,76 ± 0,04	5,70 ± 0,40	1,38 ± 0,06	2,76 ± 0,15	NQ
		25	0,96 ± 0,05	5,11 ± 0,42	1,46 ± 0,11	3,15 ± 0,28	NQ
		50	1,21 ± 0,29	4,46 ± 0,60	1,40 ± 0,20	3,09 ± 0,87	NQ
	15	16	0,76 ± 0,04	5,70 ± 0,40	1,38 ± 0,06	2,76 ± 0,15	NQ
		25	0,96 ± 0,05	5,11 ± 0,42	1,46 ± 0,11	3,15 ± 0,28	NQ
		50	1,21 ± 0,29	4,46 ± 0,60	1,40 ± 0,20	3,09 ± 0,87	NQ
	30	16	0,91 ± 0,04	4,80 ± 0,23	1,43 ± 0,11	2,95 ± 0,19	NQ
		25	1,10 ± 0,02	5,63 ± 0,23	1,62 ± 0,09	3,76 ± 0,20	NQ
		50	1,33 ± 0,09	4,60 ± 0,25	1,58 ± 0,09	3,45 ± 0,12	NQ
	60	16	1,09 ± 0,03	5,84 ± 0,21	1,81 ± 0,04	4,39 ± 0,16	NQ
		25	0,80 ± 0,05	3,95 ± 0,25	1,22 ± 0,08	2,09 ± 0,20	NQ
		50	1,26 ± 0,04	4,45 ± 0,16	1,87 ± 0,06	3,38 ± 0,14	NQ
	120	16	0,76 ± 0,02	5,86 ± 0,40	1,30 ± 0,03	3,73 ± 0,23	NQ
		25	0,93 ± 0,02	5,87 ± 0,41	1,60 ± 0,06	4,96 ± 0,20	NQ
		50	1,42 ± 0,08	4,02 ± 0,26	2,09 ± 0,16	4,67 ± 0,39	NQ

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura; ND, não detectável.

Tabela 3.6 Principais ácidos fenólicos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mgL⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Compostos					
			Ácido gálico	Ácido Caféico	Ácido Caftárico	Ácido Clorogênico	Ácido Cumárico	Ácido Ferrúlico
C	0		6,01 ± 0,49	11,19 ± 0,99	104,07 ± 11,13	0,68 ± 0,04	12,66 ± 0,37	2,62 ± 0,12
		16	8,54 ± 0,21	17,05 ± 0,34	189,47 ± 1,71	0,66 ± 0,02	25,30 ± 5,58	5,30 ± 0,61
		50	11,19 ± 0,5	14,73 ± 0,61	101,49 ± 3,65	0,78 ± 0,01	12,26 ± 1,16	2,46 ± 0,07
	5	16	7,89 ± 0,43	15,61 ± 0,85	169,30 ± 13,64	0,58 ± 0,09	27,05 ± 1,10	4,99 ± 0,16
		25	6,55 ± 1,69	14,21 ± 4,20	159,00 ± 54,68	0,89 ± 0,05	35,31 ± 1,88	6,73 ± 0,19
		50	11,19 ± 0,5	14,73 ± 0,61	101,49 ± 3,65	0,78 ± 0,01	12,26 ± 1,16	2,46 ± 0,07
	15	16	7,89 ± 0,43	15,61 ± 0,85	169,30 ± 13,64	0,58 ± 0,09	27,05 ± 1,10	4,99 ± 0,16
		25	5,38 ± 0,00	11,16 ± 0,00	119,78 ± 0,00	0,68 ± 0,04	21,07 ± 0,00	3,98 ± 0,00
		50	0,91 ± 0,06	26,51 ± 2,76	149,83 ± 61,76	0,51 ± 0,00	18,25 ± 6,72	3,44 ± 0,98
	30	16	7,51 ± 0,96	12,93 ± 0,17	118,37 ± 8,04	0,79 ± 0,00	18,98 ± 2,15	3,89 ± 0,32
		25	6,48 ± 0,46	12,56 ± 0,41	118,20 ± 3,92	0,66 ± 0,07	14,71 ± 0,24	3,34 ± 0,08
		50	23,84 ± 0,08	28,40 ± 0,00	154,29 ± 2,53	0,80 ± 0,02	8,31 ± 0,55	1,71 ± 0,16
	60	16	7,21 ± 0,01	15,59 ± 0,01	181,16 ± 1,26	0,87 ± 0,01	27,62 ± 1,57	5,49 ± 0,16
		25	7,13 ± 0,02	12,94 ± 0,22	183,28 ± 0,65	0,77 ± 0,01	26,69 ± 0,84	5,40 ± 0,11
		50	22,65 ± 0,19	31,05 ± 2,33	130,35 ± 0,71	1,02 ± 0,02	4,09 ± 0,09	1,79 ± 0,10
120	16	5,08 ± 0,03	10,85 ± 0,20	173,90 ± 3,95	0,69 ± 0,02	30,06 ± 1,39	5,93 ± 0,15	
	25	6,02 ± 0,20	10,63 ± 1,27	163,87 ± 1,41	0,59 ± 0,009	17,50 ± 0,13	4,05 ± 0,11	
	50	19,26 ± 0,17	31,55 ± 0,58	97,31 ± 0,01	1,07 ± 0,08	11,52 ± 0,22	6,39 ± 0,89	
TCF	0		6,95 ± 0,49	14,79 ± 0,00	88,13 ± 13,47	0,84 ± 0,06	10,12 ± 0,56	2,38 ± 0,06
		16	10,83 ± 0,29	17,41 ± 0,43	190,14 ± 3,21	0,727 ± 0,16	32,06 ± 1,45	6,12 ± 0,42
		50	7,57 ± 1,12	11,06 ± 2,12	104,24 ± 21,98	0,59 ± 0,06	16,02 ± 2,68	3,30 ± 0,43
	5	16	8,49 ± 1,65	13,75 ± 2,45	159,87 ± 23,34	0,91 ± 0,17	24,98 ± 4,75	4,76 ± 0,63
		25	10,99 ± 0,00	17,49 ± 0,06	200,67 ± 10,48	0,80 ± 0,02	36,39 ± 2,02	6,35 ± 0,44
		50	23,88 ± 0,23	26,02 ± 0,94	185,50 ± 2,57	1,02 ± 0,00	22,40 ± 0,50	4,13 ± 0,09
	15	16	8,49 ± 1,65	13,75 ± 2,45	159,87 ± 23,34	0,91 ± 0,17	24,98 ± 4,75	4,76 ± 0,63
		25	10,99 ± 0,00	17,49 ± 0,06	200,67 ± 10,48	0,80 ± 0,02	36,39 ± 2,02	6,35 ± 0,44
		50	23,88 ± 0,23	26,02 ± 0,94	185,50 ± 2,57	1,02 ± 0,00	22,40 ± 0,50	4,13 ± 0,09
	30	16	8,80 ± 1,34	16,64 ± 1,16	166,90 ± 10,34	0,88 ± 0,10	31,32 ± 2,13	5,55 ± 0,57
		25	9,63 ± 0,12	14,39 ± 0,08	152,21 ± 0,81	0,73 ± 0,00	15,32 ± 0,22	3,58 ± 0,08
		50	25,00 ± 0,00	27,77 ± 0,26	158,68 ± 1,37	0,89 ± 0,02	9,73 ± 0,60	1,57 ± 0,07
	60	16	9,08 ± 0,05	15,23 ± 0,16	182,50 ± 0,31	0,81 ± 0,07	29,42 ± 0,47	5,77 ± 0,02
		25	8,449 ± 0,01	12,65 ± 0,52	190,90 ± 2,63	0,889 ± 0,03	30,94 ± 1,85	6,19 ± 0,28
		50	23,27 ± 0,04	30,85 ± 0,11	129,94 ± 0,63	0,96 ± 0,04	3,56 ± 0,101	1,60 ± 0,04
120	16	6,69 ± 0,01	11,24 ± 0,09	138,59 ± 9,15	0,55 ± 0,01	18,74 ± 0,06	4,08 ± 0,03	
	25	8,03 ± 0,04	10,57 ± 0,47	180,38 ± 3,77	0,92 ± 0,03	20,14 ± 1,16	4,78 ± 0,17	
	50	21,06 ± 0,53	31,15 ± 0,11	99,55 ± 0,3	1,11 ± 0,02	11,78 ± 0,02	5,71 ± 0,33	

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura.

Tabela 3.7 Principais ácidos fenólicos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mgL⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Compostos						
			Ácido gálico	Ácido Caféico	Ácido Caftárico	Ácido Clorogênico	Ácido Cumárico	Ácido Ferrúlico	
C	0		4,25 ± 0,08	7,88 ± 0,44	120,92 ± 0,82	0,61 ± 0,019	14,98 ± 0,45	3,625 ± 0,05	
		5	16	4,86 ± 0,1	9,35 ± 0,43	171,18 ± 2,55	1,06 ± 0,01	32,26 ± 1,72	6,25 ± 0,37
			25	5,15 ± 0,19	10,05 ± 0,23	163,59 ± 0,65	0,73 ± 0,01	27,85 ± 0,25	5,93 ± 0,15
	15	50	11,9 ± 0,34	13,50 ± 0,15	177,43 ± 0,03	0,82 ± 0,01	25,75 ± 0,76	5,84 ± 0,08	
		16	4,81 ± 0,12	8,22 ± 0,28	161,27 ± 4,76	0,56 ± 0,00	18,20 ± 0,23	4,13 ± 0,05	
	30	25	4,91 ± 0,12	8,80 ± 0,23	199,81 ± 1,35	0,73 ± 0,01	25,48 ± 1,59	5,72 ± 0,28	
		50	17,42 ± 0,68	11,50 ± 7,53	176,93 ± 3,92	0,94 ± 0,04	17,008 ± 0,0	3,99 ± 0,06	
	60	16	4,42 ± 0,12	8,16 ± 0,10	193,71 ± 3,18	0,68 ± 0,01	23,15 ± 0,50	5,24 ± 0,13	
		25	4,90 ± 0,18	8,53 ± 0,23	195,01 ± 8,23	0,75 ± 0,03	28,58 ± 0,02	6,47 ± 0,06	
	120	50	18,99 ± 0,14	18,02 ± 0,17	155,68 ± 1,79	1,25 ± 0,01	7,98 ± 0,32	4,30 ± 0,17	
		16	3,98 ± 0,11	8,09 ± 0,22	215,39 ± 1,71	0,66 ± 0,01	28,88 ± 0,10	6,21 ± 0,26	
		25	5,14 ± 0,05	8,07 ± 0,11	121,52 ± 0,13	0,60 ± 0,02	18,23 ± 0,68	4,52 ± 0,14	
		50	18,00 ± 0,22	23,42 ± 0,24	132,27 ± 1,38	1,16 ± 0,03	20,98 ± 0,42	5,21 ± 0,20	
		16	4,02 ± 0,05	7,89 ± 0,18	200,26 ± 0,93	0,68 ± 0,00	25,64 ± 0,84	6,17 ± 0,04	
		25	5,95 ± 0,07	8,61 ± 0,05	199,89 ± 3,76	0,82 ± 0,00	27,67 ± 0,37	6,81 ± 0,20	
		50	16,69 ± 0,24	25,71 ± 0,02	96,06 ± 0,13	0,85 ± 0,02	22,53 ± 0,05	5,97 ± 0,01	
	Vinhos	t (dias)	T (°C)	Ácido gálico	Ácido Caféico	Ácido Caftárico	Ácido Clorogênico	Ácido Cumárico	Ácido Ferrúlico
	TCF	0		6,60 ± 0,35	8,18 ± 0,08	119,54 ± 5,68	0,79 ± 0,20	15,12 ± 0,16	3,62 ± 0,02
5			16	7,50 ± 0,06	10,40 ± 0,19	177,05 ± 6,48	0,77 ± 0,03	33,13 ± 1,19	6,38 ± 0,56
			25	7,76 ± 0,04	10,90 ± 0,03	181,19 ± 0,90	0,77 ± 0,01	32,85 ± 0,04	6,64 ± 0,00
15		50	13,35 ± 0,04	10,46 ± 0,45	141,71 ± 0,31	0,63 ± 0,00	13,99 ± 0,01	3,29 ± 0,00	
		16	6,93 ± 0,06	8,80 ± 0,02	193,29 ± 1,27	0,68 ± 0,03	23,58 ± 1,56	5,32 ± 0,22	
30		25	6,52 ± 0,12	8,65 ± 0,13	189,37 ± 1,13	0,77 ± 0,01	26,56 ± 0,62	5,93 ± 0,12	
		50	19,01 ± 0,01	14,50 ± 0,20	169,67 ± 5,70	1,03 ± 0,06	12,14 ± 0,82	2,72 ± 0,23	
60		16	6,28 ± 0,05	8,36 ± 0,05	185,02 ± 9,64	0,71 ± 0,00	23,41 ± 1,75	5,33 ± 0,34	
		25	7,08 ± 0,06	8,64 ± 0,19	199,58 ± 1,12	0,78 ± 0,00	26,29 ± 0,47	6,18 ± 0,03	
120		50	20,17 ± 0,25	18,74 ± 0,46	159,84 ± 2,65	1,23 ± 0,05	8,44 ± 0,28	3,84 ± 0,20	
		16	6,01 ± 0,09	8,61 ± 0,16	220,94 ± 0,60	0,81 ± 0,00	33,88 ± 0,20	7,11 ± 0,03	
		25	7,17 ± 0,05	7,72 ± 0,78	156,56 ± 7,04	0,71 ± 0,01	16,47 ± 0,66	4,33 ± 0,19	
		50	19,03 ± 1,05	22,60 ± 1,47	133,68 ± 1,11	1,14 ± 0,02	19,04 ± 1,07	4,72 ± 0,26	
		16	5,83 ± 0,03	8,13 ± 0,03	196,01 ± 3,29	0,75 ± 0,01	27,29 ± 0,22	6,94 ± 0,08	
		25	7,40 ± 0,26	8,29 ± 0,11	192,33 ± 2,10	0,92 ± 0,00	26,48 ± 0,41	6,13 ± 0,18	
		50	17,50 ± 0,32	25,20 ± 0,60	95,42 ± 1,34	0,74 ± 0,01	21,77 ± 0,16	4,96 ± 0,09	

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura.

Tabela 3.8 Principais estilbenos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mgL⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Piceatanol	<i>Trans</i> -Resveratrol	Viniferina	<i>Cis</i> -Resveratrol	
C	0		2,57 ± 0,29	0,54 ± 0,01	0,73 ± 0,00	0,48 ± 0,00	
		5	16	3,64 ± 0,03	0,55 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,67 ± 0,01
			25	2,89 ± 0,60	0,55 ± 0,01	0,76 ± 0,02	0,65 ± 0,07
	15	50	2,25 ± 0,23	0,53 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,46 ± 0,00	
		16	16	2,89 ± 0,14	0,53 ± 0,04	0,73 ± 0,02	0,68 ± 0,02
			25	2,00 ± 0,22	0,53 ± 0,02	0,73 ± 0,01	0,54 ± 0,06
	30	50	2,90 ± 1,16	0,50 ± 0,00	0,76 ± 0,00	0,66 ± 0,18	
		16	16	3,10 ± 0,43	0,56 ± 0,01	0,76 ± 0,01	0,62 ± 0,07
			25	2,37 ± 0,94	0,55 ± 0,03	0,74 ± 0,01	0,55 ± 0,00
	60	50	2,67 ± 0,15	0,59 ± 0,02	0,75 ± 0,00	0,67 ± 0,04	
		16	16	3,76 ± 0,07	0,56 ± 0,00	0,74 ± 0,01	0,74 ± 0,02
			25	3,46 ± 0,15	0,56 ± 0,01	0,75 ± 0,01	0,85 ± 0,02
	120	50	2,65 ± 0,14	0,54 ± 0,01	0,75 ± 0,00	0,80 ± 0,03	
		16	16	3,62 ± 0,15	0,57 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,85 ± 0,01
			25	1,86 ± 1,23	0,54 ± 0,01	0,74 ± 0,00	0,78 ± 0,02
			50	2,51 ± 0,10	0,51 ± 0,00	0,74 ± 0,00	0,79 ± 0,04
	Vinhos	t (dias)	T (°C)	Piceatanol	<i>Trans</i> -Resveratrol	Viniferina	<i>Cis</i> -Resveratrol
	TCF	0		2,58 ± 0,24	0,53 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,43 ± 0,03
5			16	3,87 ± 0,35	0,54 ± 0,01	0,74 ± 0,00	0,66 ± 0,05
			25	2,83 ± 0,41	0,54 ± 0,01	0,74 ± 0,00	0,47 ± 0,01
15		50	3,04 ± 0,01	0,54 ± 0,02	0,74 ± 0,01	0,55 ± 0,01	
		16	16	3,32 ± 0,50	0,52 ± 0,02	0,73 ± 0,01	0,60 ± 0,05
			25	3,22 ± 0,17	0,55 ± 0,03	0,73 ± 0,01	0,76 ± 0,01
30		50	3,37 ± 0,16	0,61 ± 0,01	0,75 ± 0,01	0,69 ± 0,05	
		16	16	3,17 ± 0,53	0,53 ± 0,02	0,74 ± 0,01	0,58 ± 0,06
			25	3,21 ± 0,21	0,57 ± 0,01	0,75 ± 0,01	0,54 ± 0,04
60		50	2,91 ± 0,03	0,58 ± 0,04	0,75 ± 0,00	0,63 ± 0,02	
		16	16	3,97 ± 0,06	0,56 ± 0,02	0,74 ± 0,00	0,70 ± 0,00
			25	3,42 ± 0,17	0,56 ± 0,02	0,74 ± 0,01	0,81 ± 0,02
120		50	2,77 ± 0,16	0,55 ± 0,02	0,75 ± 0,00	0,72 ± 0,04	
		16	16	3,87 ± 0,23	0,54 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,62 ± 0,01
			25	2,38 ± 0,42	0,56 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,81 ± 0,05
			50	2,41 ± 0,20	0,51 ± 0,00	0,74 ± 0,00	0,73 ± 0,03

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura.

Tabela 3.9 Principais estilbenos identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD, e concentração total individual (em mgL⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Piceatanol	<i>Trans</i> -Resveratrol	Viniferina	<i>Cis</i> -Resveratrol	
C	0		2,26 ± 0,00	0,56 ± 0,00	0,75 ± 0,00	0,65 ± 0,01	
		16	2,38 ± 0,10	0,58 ± 0,01	0,74 ± 0,02	0,83 ± 0,02	
		50	2,41 ± 0,05	0,53 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,75 ± 0,10	
	5	16	1,50 ± 0,05	0,57 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,68 ± 0,06	
		25	1,27 ± 0,06	0,59 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,81 ± 0,03	
		50	2,52 ± 0,07	0,56 ± 0,01	0,75 ± 0,02	0,82 ± 0,04	
	15	16	1,17 ± 0,10	0,57 ± 0,00	0,74 ± 0,02	0,77 ± 0,02	
		25	1,28 ± 0,06	0,57 ± 0,00	0,74 ± 0,02		
		50	2,67 ± 0,02	0,56 ± 0,02	0,73 ± 0,01	0,76 ± 0,05	
	60	16	1,08 ± 0,12	0,58 ± 0,01	0,74 ± 0,02	0,96 ± 0,04	
		25	0,68 ± 0,01	0,56 ± 0,01	0,74 ± 0,01	0,79 ± 0,01	
		50	2,92 ± 0,06	0,53 ± 0,02	0,75 ± 0,01	0,84 ± 0,03	
	120	16	0,97 ± 0,04	0,58 ± 0,00	0,74 ± 0,00	0,94 ± 0,04	
		25	1,03 ± 0,04	0,57 ± 0,00	0,74 ± 0,00	1,27 ± 0,07	
		50	2,89 ± 0,08	0,67 ± 0,01	0,73 ± 0,00	0,97 ± 0,04	
	Vinhos	t (dias)	T (°C)	Piceatanol	<i>Trans</i> -Resveratrol	Viniferina	<i>Cis</i> -Resveratrol
	TCF	0		2,53 ± 0,04	0,55 ± 0,00	0,74 ± 0,00	0,58 ± 0,01
			5	2,74 ± 0,12	0,55 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,74 ± 0,03
50			2,37 ± 0,04	0,56 ± 0,00	0,73 ± 0,00	0,76 ± 0,02	
15		16	2,56 ± 0,05	0,55 ± 0,00	0,73 ± 0,01	0,56 ± 0,01	
		25	2,19 ± 0,12	0,57 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,69 ± 0,02	
		50	1,52 ± 0,07	0,56 ± 0,02	0,73 ± 0,01	0,74 ± 0,04	
30		16	2,71 ± 0,11	0,58 ± 0,02	0,75 ± 0,03	0,67 ± 0,09	
		25	1,56 ± 0,04	0,56 ± 0,01	0,73 ± 0,01	0,72 ± 0,03	
		50	1,39 ± 0,03	0,55 ± 0,00	0,73 ± 0,01		
60		16	2,97 ± 0,08	0,57 ± 0,03	0,74 ± 0,01	0,74 ± 0,03	
		25	1,14 ± 0,03	0,57 ± 0,00	0,73 ± 0,02	1,19 ± 0,09	
		50	0,95 ± 0,06	0,55 ± 0,00	0,73 ± 0,01	0,83 ± 0,05	
120		16	3,10 ± 0,09	0,54 ± 0,03	0,74 ± 0,02	0,77 ± 0,02	
		25	0,97 ± 0,02	0,56 ± 0,00	0,73 ± 0,01	0,92 ± 0,02	
		50	1,04 ± 0,03	0,55 ± 0,00	0,73 ± 0,00	1,17 ± 0,18	
				3,06 ± 0,02	0,66 ± 0,01	0,73 ± 0,00	0,92 ± 0,07

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura.

Tabela 3.10 Principais flavan-3-óis e procianidinas identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD-FD, e concentração total individual (em mg L⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Epicatequina Galato	Epigallocatequina Galato	Catequina	Epicatequina	Proc A2	Proc B1	Proc B2	
C	0		3,16 ± 0,26	2,57 ± 0,11	10,98 ± 1,05	3,03 ± 0,17	1,00 ± 0,03	8,41 ± 0,03	2,89 ± 0,12	
	5	16	3,33 ± 0,08	2,07 ± 0,13	12,21 ± 0,52	3,75 ± 0,38	1,33 ± 0,03	11,02 ± 0,63	3,46 ± 0,26	
		25	3,45 ± 1,32	2,23 ± 0,30	10,83 ± 3,88	3,23 ± 0,79	1,39 ± 0,06	9,31 ± 1,98	3,35 ± 0,60	
		50	2,91 ± 0,11	2,08 ± 0,33	5,59 ± 0,32	2,10 ± 0,02	1,17 ± 0,01	8,35 ± 0,81	2,45 ± 0,06	
	15	16	2,39 ± 0,20	2,26 ± 0,31	11,55 ± 0,86	3,49 ± 0,36	1,34 ± 0,01	9,58 ± 0,11	3,75 ± 0,24	
		25	1,43 ± 0,00	2,69 ± 0,00	7,64 ± 0,00	2,65 ± 0,00	1,32 ± 0,00	1,42 ± 0,02	2,54 ± 0,00	
		50	2,78 ± 1,04	3,53 ± 0,63	2,97 ± 0,67	1,14 ± 0,01	1,11 ± 0,07	1,49 ± 0,00	1,61 ± 0,42	
	30	16	1,73 ± 0,15	3,09 ± 0,21	10,60 ± 1,11	3,39 ± 0,03	1,32 ± 0,13	7,11 ± 0,19	2,95 ± 0,04	
		25	2,55 ± 0,33	2,63 ± 0,34	8,86 ± 0,04	2,90 ± 0,22	1,07 ± 0,01	5,47 ± 0,31	2,37 ± 0,13	
		50	2,67 ± 0,06	3,57 ± 0,05	1,84 ± 0,12	2,28 ± 0,07	1,12 ± 0,01	1,90 ± 0,18	2,63 ± 0,06	
	60	16	2,25 ± 0,08	3,44 ± 0,11	10,32 ± 0,24	3,06 ± 0,01	1,37 ± 0,03	4,78 ± 0,28	2,81 ± 0,16	
		25	2,06 ± 0,23	3,36 ± 0,08	7,68 ± 0,30	2,43 ± 0,17	1,26 ± 0,04	4,81 ± 0,13	2,26 ± 0,08	
		50	2,90 ± 0,12	3,23 ± 0,05	1,49 ± 0,01	2,17 ± 0,06	1,08 ± 0,01	1,54 ± 0,09	3,50 ± 0,21	
	120	16	1,91 ± 0,10	3,55 ± 0,12	8,82 ± 0,19	2,56 ± 0,03	1,37 ± 0,04	3,63 ± 0,02	2,21 ± 0,02	
		25	2,15 ± 0,00	3,33 ± 0,05	5,11 ± 0,00	1,91 ± 0,11	1,17 ± 0,00	2,39 ± 0,01	1,74 ± 0,03	
		50	2,38 ± 0,17	2,22 ± 0,07	1,25 ± 0,02	2,41 ± 0,24	1,06 ± 0,05	1,42 ± 0,03	3,21 ± 0,07	
	TCF	0		2,77 ± 0,47	2,02 ± 0,29	9,53 ± 1,66	3,01 ± 0,40	1,14 ± 0,01	8,06 ± 0,66	3,01 ± 0,35
		5	16	2,76 ± 0,09	2,39 ± 0,48	6,13 ± 0,53	2,49 ± 0,07	1,21 ± 0,02	8,63 ± 0,52	2,51 ± 0,30
25			2,32 ± 0,49	2,13 ± 0,14	8,88 ± 0,29	2,73 ± 0,02	1,08 ± 0,05	7,54 ± 0,19	2,69 ± 0,02	
50			3,80 ± 0,11	2,28 ± 0,15	11,69 ± 0,78	3,46 ± 0,18	1,40 ± 0,05	10,27 ± 0,42	3,23 ± 0,32	
15		16	2,66 ± 0,22	2,64 ± 0,41	9,58 ± 1,61	3,07 ± 0,52	1,28 ± 0,06	7,85 ± 0,92	2,93 ± 0,35	
		25	2,02 ± 0,01	3,12 ± 0,10	10,96 ± 0,75	3,37 ± 0,11	1,46 ± 0,08	7,94 ± 1,85	3,31 ± 0,10	
		50	2,65 ± 0,24	3,76 ± 0,10	3,08 ± 0,14	2,96 ± 0,01	1,19 ± 0,00	6,90 ± 0,43	2,36 ± 0,00	
30		16	1,36 ± 0,09	2,83 ± 0,31	10,88 ± 1,32	3,59 ± 0,36	1,29 ± 0,04	7,05 ± 0,61	2,79 ± 0,09	
		25	2,62 ± 0,21	3,11 ± 0,32	8,82 ± 0,31	3,17 ± 0,15	1,09 ± 0,00	5,42 ± 0,11	2,29 ± 0,16	
		50	2,19 ± 0,01	3,59 ± 0,12	1,77 ± 0,15	2,61 ± 0,16	1,07 ± 0,01	1,99 ± 0,04	3,22 ± 0,18	
60		16	1,76 ± 0,10	3,13 ± 0,12	9,55 ± 0,19	2,86 ± 0,06	1,25 ± 0,12	4,43 ± 0,16	2,58 ± 0,09	
		25	2,05 ± 0,18	3,58 ± 0,05	6,91 ± 0,21	2,15 ± 0,08	1,22 ± 0,02	3,78 ± 0,29	2,21 ± 0,09	
		50	2,32 ± 0,02	3,03 ± 0,07	1,45 ± 0,07	2,13 ± 0,05	1,08 ± 0,06	1,61 ± 0,11	3,62 ± 0,07	
120		16	1,79 ± 0,25	3,62 ± 0,03	7,91 ± 0,19	2,82 ± 0,17	1,29 ± 0,10	3,84 ± 0,35	2,78 ± 0,02	
		25	1,69 ± 0,01	3,11 ± 0,11	4,43 ± 0,28	1,83 ± 0,14	1,14 ± 0,04	1,92 ± 0,08	1,57 ± 0,08	
		50	2,81 ± 0,01	2,29 ± 0,06	1,32 ± 0,07	2,20 ± 0,00	1,09 ± 0,01	1,49 ± 0,07	3,41 ± 0,04	

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura.

Tabela 3.11 Principais flavan-3-óis e procianidinas identificados nos vinhos tintos de BRS Violeta com indução da FM durante armazenamento por 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C por CLAE-DAD-FD, e concentração total individual (em mg L⁻¹, média ± desvio padrão (n = 2)).

Vinhos	t (dias)	T (°C)	Epicatequina Galato	Epigalocatequina Galato	Catequina	Epicatequina	Proc A2	Proc B1	Proc B2	
C	0		1,56 ± 0,06	2,92 ± 0,08	9,40 ± 0,26	3,07 ± 0,04	1,19 ± 0,02	4,87 ± 0,15	2,38 ± 0,09	
	5	16	1,98 ± 0,05	3,02 ± 0,01	9,03 ± 0,25	2,88 ± 0,02	1,35 ± 0,04	3,37 ± 0,18	2,07 ± 0,49	
		25	2,43 ± 0,16	2,71 ± 0,38	9,31 ± 0,52	3,04 ± 0,09	1,28 ± 0,05	4,14 ± 0,13	2,49 ± 0,02	
		50	2,54 ± 0,05	2,74 ± 0,63	7,50 ± 1,92	2,06 ± 0,20	1,25 ± 0,02	3,05 ± 0,76	1,90 ± 0,00	
	15	16	2,32 ± 0,27	3,24 ± 0,16	8,89 ± 0,05	2,97 ± 0,08	1,08 ± 0,07	4,56 ± 0,11	2,18 ± 0,08	
		25	2,75 ± 0,15	3,40 ± 0,45	8,58 ± 0,11	2,75 ± 0,00	1,20 ± 0,05	4,46 ± 0,31	1,92 ± 0,02	
		50	3,25 ± 0,10	3,15 ± 0,03	2,71 ± 0,03	1,77 ± 0,05	1,18 ± 0,01	1,91 ± 0,12	2,97 ± 0,30	
	30	16	2,51 ± 0,14	3,26 ± 0,07	9,03 ± 0,08	2,92 ± 0,02	1,19 ± 0,03	3,72 ± 0,33	4,70 ± 0,04	
		25	2,38 ± 0,01	3,12 ± 0,17	8,54 ± 0,19	2,72 ± 0,07	1,27 ± 0,02	4,86 ± 0,13	4,43 ± 0,15	
		50	2,59 ± 0,08	3,46 ± 0,23	1,68 ± 0,03	1,87 ± 0,02	1,12 ± 0,00	1,54 ± 0,05	3,33 ± 0,25	
	60	16	2,10 ± 0,03	2,82 ± 0,10	8,36 ± 0,12	2,70 ± 0,13	1,24 ± 0,08	7,11 ± 0,59	3,64 ± 0,31	
		25	1,63 ± 0,04	3,79 ± 0,32	6,30 ± 0,13	2,42 ± 0,07	1,15 ± 0,04	5,24 ± 0,15	3,63 ± 0,26	
		50	2,52 ± 0,16	4,34 ± 0,32	1,36 ± 0,01	1,92 ± 0,00	1,15 ± 0,01	1,27 ± 0,01	3,35 ± 0,07	
	120	16	2,92 ± 0,01	3,01 ± 0,01	7,15 ± 0,08	2,79 ± 0,12	1,14 ± 0,01	5,59 ± 0,02	3,90 ± 0,12	
		25	2,41 ± 0,33	3,59 ± 0,07	5,38 ± 0,28	2,18 ± 0,09	1,08 ± 0,02	4,59 ± 0,14	4,46 ± 0,18	
		50	2,14 ± 0,27	4,04 ± 0,10	1,26 ± 0,01	2,05 ± 0,30	1,10 ± 0,00	1,18 ± 0,00	3,18 ± 0,24	
	Vinhos	t (dias)	T (°C)	Epicatequina Galato	Epigalocatequina Galato	Catequina	Epicatequina	Proc A2	Proc B1	Proc B2
	TCF	0		1,56 ± 0,06	2,98 ± 0,01	8,07 ± 0,03	2,63 ± 0,00	1,15 ± 0,02	4,40 ± 0,28	2,11 ± 0,01
5		16	2,07 ± 0,03	3,15 ± 0,04	8,25 ± 0,00	2,73 ± 0,03	1,32 ± 0,00	3,02 ± 0,01	2,62 ± 0,01	
		25	1,95 ± 0,06	2,53 ± 0,00	8,99 ± 0,19	2,86 ± 0,00	1,27 ± 0,02	3,85 ± 0,27	2,24 ± 0,03	
		50	2,24 ± 0,36	3,75 ± 0,12	4,50 ± 0,02	1,80 ± 0,10	1,11 ± 0,01	3,03 ± 0,24	1,61 ± 0,04	
15		16	2,64 ± 0,03	4,05 ± 0,78	7,94 ± 0,25	2,74 ± 0,02	1,09 ± 0,01	4,23 ± 0,08	2,09 ± 0,04	
		25	2,56 ± 0,27	3,03 ± 0,02	7,73 ± 0,14	2,61 ± 0,11	1,18 ± 0,00	3,12 ± 0,32	1,95 ± 0,31	
		50	2,43 ± 0,04	3,39 ± 0,36	2,29 ± 0,28	1,94 ± 0,07	1,12 ± 0,01	1,89 ± 0,01	3,45 ± 0,20	
30		16	2,43 ± 0,03	3,47 ± 0,00	8,08 ± 0,09	2,63 ± 0,03	1,19 ± 0,02	5,46 ± 0,00	3,87 ± 0,06	
		25	1,89 ± 0,06	3,56 ± 0,03	7,46 ± 0,00	2,37 ± 0,08	1,19 ± 0,02	3,44 ± 0,75	3,48 ± 0,07	
		50	2,53 ± 0,01	3,74 ± 0,16	1,55 ± 0,02	1,94 ± 0,03	1,11 ± 0,01	1,52 ± 0,03	3,00 ± 0,04	
60		16	2,01 ± 0,36	2,75 ± 0,14	7,76 ± 0,21	2,90 ± 0,02	1,32 ± 0,01	4,65 ± 0,15	3,84 ± 0,25	
		25	2,14 ± 0,20	3,71 ± 0,17	5,49 ± 0,00	2,20 ± 0,04	1,12 ± 0,01	4,43 ± 0,07	3,05 ± 0,05	
		50	2,21 ± 0,05	3,71 ± 0,00	1,37 ± 0,05	1,91 ± 0,03	1,11 ± 0,00	1,30 ± 0,04	2,83 ± 0,13	
120		16	1,69 ± 0,00	3,21 ± 0,07	6,96 ± 0,04	2,65 ± 0,13	1,02 ± 0,00	4,86 ± 0,32	5,08 ± 1,20	
		25	1,96 ± 0,08	3,12 ± 0,56	4,20 ± 0,05	1,93 ± 0,04	1,09 ± 0,03	4,54 ± 0,14	3,94 ± 0,42	
		50	1,62 ± 0,01	3,86 ± 0,00	1,29 ± 0,04	2,03 ± 0,02	1,10 ± 0,03	1,18 ± 0,00	2,47 ± 0,29	

*C, controle; TCF, tratado com carvalho francês, t, tempo; T, temperatura.

Vale relembrar que no Capítulo II foi realizado uma análise detalhada dos compostos antociânicos dos vinhos tintos de BRS Violeta com inibição da FM (controle e tratado com carvalho francês), no tempo zero e também após 30 e 180 dias de armazenamento nas temperaturas de 16 °C, 25 °C e 50 °C. Estes fatos são retomados aqui para ressaltar nesta etapa do estudo que o vinho apresenta uma concentração considerada elevada de ANT cumariladas (~7%). Ao longo de armazenamento acelerado dos vinhos, estas ANT mantiveram-se praticamente estáveis nas três temperaturas durante os primeiros 30 dias. Porém, após 180 dias em condições aceleradas (50 °C), tanto as ANT cumariladas como as acetiladas foram degradadas; apenas permaneceram as majoritárias não aciladas monoglicosiladas e, principalmente, as diglicosiladas. Desta forma, neste Capítulo III foram monitoradas apenas as ANT não aciladas majoritárias. O valor das AT provavelmente foi subestimado no tempo zero do estudo e reflete o valor quantitativo referente as ANT majoritárias não aciladas.

Embora não tenha sido quantificado as ANT cumariladas, as concentrações de ácidos hidrocixinâmicos e seus derivados foram quantificadas. De acordo com alguns estudos, estes compostos são metabolizados durante a FM devido a ação enzimática de esterases presentes em várias bactérias acidoláticas. Como resultado, a FM pode influenciar as concentrações destes ácidos fenólicos, aumentando nos vinhos de uvas viníferas, por exemplo, a concentração do ácido cumárico. Os autores relatam também que os ácidos fenólicos podem exercer efeitos positivos ou negativos sobre as bactérias ácido lácticas do vinho, dependendo da cepa bacteriana, da natureza e da concentração do composto (DEVI; ANU-APPAIAH, 2018).

A partir dos resultados avaliados até o momento, supõe-se, devido a elevação das concentrações de ácido cumárico nos vinhos com indução da FM, que as ANT cumariladas, possam ter sido, em parte, hidrolisadas pelas enzimas produzidas pelas BAL liberando ácido *p*-cumárico livre no vinho. A partir disto, considera-se ainda mais importante o papel das ANT cumariladas para a preservação da concentração final e, por conseguinte, da cor destes vinhos. Resultados similares com relação a redução destas ANT foram relatadas por outros estudos após a FM de vinhos tintos de uvas viníferas (HERNÁNDEZ *et al.*, 2006; MORENO-ARRIBAS; GÓMEZ-CORDOVÉS; MARTÍN-ÁLVAREZ, 2008).

Kyraleou *et al.* (2015), ao avaliarem o efeito da adição de cinco diferentes tipos de carvalhos (carvalho americano (*Quercus alba*), carvalho francês (*Quercus robur*),

carvalho eslavo (*Quercus robur*), acácia (*Robinia pseudoacacia*) e uma mistura (50%) de carvalho americano e francês) em vinho tinto Agiorgitiko relataram resultados inferiores (298 - 343 $\text{mv-3-glc}\cdot\text{L}^{-1}$) ao do presente estudo com relação às AT. Além disso, diferente do que ocorreu no presente estudo, os autores relataram que, após um mês de adição dos carvalhos os vinhos controles (sem adição) apresentaram as maiores concentrações de ANT.

Já Moreno-Arribas, Gómez-Cordovés e Martín-Álvarez (2008), após analisar os perfis qualitativo e quantitativo de ANT de nove lotes de vinho de uva Tempranillo (*Vitis vinifera*), do mesmo vinho inicial, submetidos à FM e envelhecimento em barricas, em diferentes condições tecnológicas (FM em barrica ou em tanque, com ou sem clarificação do vinho, envelhecimento com ou sem borras e mexendo ou não mexendo as borras), sendo amostras do vinho inicial, do vinho no final da FM, dos vinhos após tratamentos de clarificação e, após 3, 6, 9, 12 e 14 meses de envelhecimento em barrica, relataram que o vinho em barrica de carvalho apresentou concentrações da maioria das ANT analisadas muito semelhantes às obtidas no vinho inicial. Além disso, durante à FM, foi demonstrado que o efeito do recipiente utilizado parece ser mais importante do que a atividade metabólica da bactéria responsável pelo processo. Diferenças significativas nos perfis de ANT também foram reveladas para a maioria dos compostos antociânicos em relação ao método de fabricação, principalmente com relação à presença ou ausência de borras. Especificamente para as alterações nas ANT monoglicosiladas cinamoil (com destaque para as cumariladas), os autores relataram que, especialmente as derivadas da peonidina e da malvidina, foram encontradas em concentrações mais altas no vinho antes do que após a FM em barril entre 12 e 14 meses de envelhecimento, em parte devido a hidrólise enzimática oriunda das bacterias ácido lácticas e também devido a processos tecnológicos, como trasfega, clarificação, filtração e estabilização pelo frio.

Diferentemente do que ocorreu para as ANT, no presente estudo, os vinhos tintos de BRS Violeta com inibição e com indução da FM, controles e tratados com carvalho francês, que foram submetidos a um estudo de armazenamento sob diferentes temperaturas (16 °C, 25 °C e 50 °C) durante 120 dias para monitorar as alterações nos perfis qualitativos e quantitativos dos principais compostos fenólicos presentes, apresentaram uma ótima estabilidade dos flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos, flavan-3-óis e procianidinas ao longo do tempo de armazenamento, permanecendo praticamente

estáveis ou com aumentos pontuais de determinados compostos até o final dos 120 dias, mesmo nas temperaturas de 50 °C.

4. CONCLUSÃO

As alterações nos perfis qualitativos e quantitativos dos principais CF presentes em vinhos de BRS Violeta, que foram submetidos a FA e FM e tratados com carvalho granulado francês não tostados durante armazenamento (120 dias) sob condições aceleradas de temperatura (16 °C, 25 °C e 50 °C) foram determinadas. A partir da análise destes resultados, pode-se inferir que a FM resultou em vinho com AT inferior quando comparada a acidez determinada no vinho submetido apenas à FA, e acidez volátil dentro das exigências da legislação brasileira. Diferentemente do que normalmente ocorre em vinhos elaborados com uvas viníferas, as concentrações de ANT, determinada a partir dos compostos majoritários, não diferiram significativamente entre os vinhos com indução e inibição da FM, e nem entre os subsequentes vinhos tratados com carvalho no tempo zero. A evolução dos vinhos ao longo dos 120 dias de armazenamento foi muito similar com relação as ANT majoritárias, com degradação quase que total na temperatura de 50 °C. Porém, deve-se destacar que as antocianinas cumariladas provavelmente apresentaram importante papel na estabilidade e/ou manutenção de outros compostos presentes no vinho, como os ácidos fenólicos e os flavonóis. Com relação as alterações dos compostos não-antociânicos em função das etapas de processo de vinificação empregadas pode-se concluir que a FM seguido do tratamento com carvalho francês alterou a composição dos derivados de ácidos fenólicos, especialmente do ácido cumárico. Além disso, para todos os vinhos observou-se expressiva estabilidade para a maioria dos 30 compostos analisados. Novos estudos devem ser realizados para avaliar se o tratamento com o carvalho deve ser implementado juntamente com a FM ou no envelhecimento, mas os resultados obtidos até aqui estimulam a implementação da FM nos vinhos elaborados a partir da uva BRS Violeta.

CAPÍTULO IV

Aproveitamento da pasta do coproduto da vinificação em tinto da uva BRS
Violeta na elaboração de produtos alimentícios

RESUMO

No cenário vinculado a produção de uvas e vinhos no Brasil nota-se que coproduto valioso pode ser desperdiçado e causar impactos ambientais. Assim, o trabalho objetivou o aproveitamento deste resíduo obtendo uma pasta pasteurizada e congelada a partir do bagaço gerado da vinificação em sua forma integral para o desenvolvimento de produtos alimentícios. Na pasta produzida foi determinado o teor de CFT (326 mg EAG·100g⁻¹ de pasta (base úmida), ANT totais (185 mg de mv-3,5-diglc·100g⁻¹ de pasta (base úmida)),) e teor de fibra alimentar (10,04 g·100 g⁻¹), demonstrando seu potencial para uso como um bioingrediente em produtos alimentícios. Após realizar uma avaliação da apropriabilidade da tecnologia para este ambiente sociocultural, tal como baixo custo e pequena escala de produção e autossuficiência local, bem como de testes preliminares, optou-se por desenvolver massa de pizza, bolo e doce tipo brigadeiro. Estes produtos também apresentavam aceitação e afetividade por parte das pessoas da região no qual foi coletado o coproduto. A partir dos produtos desenvolvidos, foram determinadas as suas composições centesimais, os valores energéticos e a concentração de CFT. Estes apresentaram composição centesimal satisfatória, com destaque para a fibra alimentar da massa de pizza (4,70 g·100 g⁻¹). Com relação ao valor energético, se destacou o bolo (417 kcal), seguido pelo doce tipo brigadeiro (281 kcal) e pela massa de pizza (204 kcal). Por fim, quanto ao teor de CFT dos produtos, o doce tipo brigadeiro e o bolo apresentaram teores próximos e superiores (63 e 59 mg EAG·100g de produto⁻¹, respectivamente) comparado ao da massa de pizza (51 mg EAG·100g de produto⁻¹), o que pode ser justificado pela quantidade de pasta utilizada nas formulações. Conclui-se que os produtos apresentam características físico-químicas interessantes e que apresentam potencial para comercialização, agregando valor e aumentando a renda do produtor rural. A partir do desenvolvimento e comercialização destes produtos alimentícios artesanais espera-se desenvolver as potencialidades das pessoas envolvidas em um ambiente familiar que leve a satisfação pessoal e coletiva.

Palavras-chave: Economia circular. Pasta de coproduto. Desenvolvimento. Produtos alimentícios.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os vinhos produzidos têm sido cada vez mais apreciados e, ao longo da pandemia, houve um aumento de aproximadamente 18% no seu consumo, refletindo positivamente no consumo per capita (2,6 litros) (OIV, 2021). Com o isolamento social, a bebida alcoólica foi incorporada ao cotidiano de uma parcela dos brasileiros e com isso, a viticultura tem desempenhado na economia do país um papel ainda mais importante gerando emprego, renda, e proporcionando sustentabilidade às pequenas propriedades de agricultura familiar, que possuem uma participação significativa no setor. Por outro lado, estima-se que durante a produção de vinho, o bagaço de uva (cascas, polpa, sementes e engaços) gerado após as etapas de fermentação e prensagem contribui com aproximadamente 60% dos resíduos orgânicos oriundos do processo de vinificação (RIVERA *et al.*, 2021). Estes resíduos são comumente usados para compostagem ou descartados em áreas abertas, causando um impacto adverso no meio ambiente (CHOWDHARY *et al.*, 2021). A necessidade de desenvolver estratégias de manejo econômicas e ambientalmente sustentáveis que possam gerar coprodutos e produtos derivados de valor agregado múltiplos é notória (MAICAS; MATEO, 2020).

Grandes avanços científico-tecnológicos têm sido observados com relação ao aproveitamento do bagaço gerado da vinificação, tais como: para produção de bebida alcoólica; como matéria-prima para extração de óleo das sementes para fins culinários, cosméticos e farmacêuticos; bem como para o desenvolvimento de extratos e produtos desidratados em pó, potenciais para uso como ingredientes alimentares em função, principalmente, da elevada concentração de CF e fibras (CHOWDHARY *et al.*, 2021).

As tecnologias empregadas para o desenvolvimento destes produtos, apesar de agregarem grande valor ao bagaço de uva, muitas vezes são complexas e podem não ser viáveis economicamente para pequenas empresas e pequenos produtores rurais. Até mesmo processos mais simples, como a desidratação, que busca a obtenção de produtos com elevada concentração de CF (BARCIA *et al.*, 2014), requerem investimentos e podem ser inviáveis. Vale salientar que a aplicação primária visando minimizar a perda e o desperdício deste resíduo ainda é escassa, porém extremamente necessária.

Em um cenário de crise econômica, política e sanitária desencadeado pela pandemia da COVID-19 ocorreu um agravamento da insegurança alimentar e nutricional em vários países (AWAN *et al.*, 2021), especialmente para os países em desenvolvimento

como o Brasil. Nesse país, cerca de 19 milhões de pessoas são atualmente assoladas pela forma grave, ou seja, passando fome. Por outro lado, quase 30% dos alimentos produzidos globalmente são perdidos ou desperdiçados em algum ponto ao longo da cadeia alimentar, causando sérios problemas ambientais, econômicos e sociais. A perda de alimentos são as perdas que ocorrem durante o período da agricultura até a transformação industrial, enquanto o desperdício de alimentos é o alimento desperdiçado durante as etapas finais de varejo e consumo (PRINCIPATO *et al.*, 2019).

A prevenção e a gestão de perdas e desperdícios são questões fundamentais para o alcance do desenvolvimento sustentável mundial e para erradicar a fome e insegurança alimentar (FAO, 2021). Um novo conceito que tem seu alicerce fortemente baseado nos princípios da sustentabilidade é o de Economia Circular, no qual os modelos de negócios envolvem a combinação de oportunidades relacionadas à inovação, competitividade, produtividade, atualização salarial e estratégia industrial, juntamente com objetivos ambientais, socioeconômicos e climáticos (MHATRE *et al.*, 2021).

No Brasil a agricultura familiar tem grande importância para a economia e, na região do Noroeste Paulista, em particular, a vitivinicultura tenta a anos fortalecimento para agregação de renda ao produtor. Neste contexto, é notória a responsabilidade da Universidade envolvida em temas sobre alimentação investir no desenvolvimento de alternativas que permitam a utilização do bagaço de uva em sua forma integral por meio de recursos à disposição do produtor, por exemplo, no enriquecimento de produtos alimentícios (MAJERSKA, MICHALSKA, FIGIEL, 2019).

A tecnologia social vem como uma estratégia para o desenvolvimento sustentável dos vitivinicultores do Noroeste Paulista. Diante do exposto, o estudo objetivou a produção de uma pasta pasteurizada e congelada a partir do coproduto da vinificação da uva BRS Violeta e o desenvolvimento de produtos (massa de pizza, bolo e doce tipo brigadeiro) contendo esta pasta. Além disso, foi realizada a determinação das composições centesimais, o cálculo dos valores energéticos e o teor de CFT.

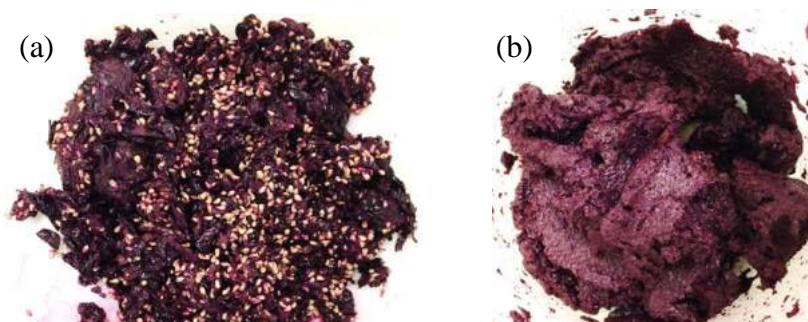
2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coproduto da vinificação e obtenção da pasta

O coproduto (contendo casca, polpa e semente, **Figura 4.1a**) foi obtido após o processamento da uva BRS Violeta em vinho tinto (Safra 2018), no Laboratório de

Processamento de Frutas e Hortaliças da UNESP em São José do Rio Preto, SP. Imediatamente após o processo de vinificação, este coproduto foi prensado para retirada do excesso de mosto com o auxílio de uma peneira e colher, e triturado com o auxílio de um mixer (Philco 700) para obtenção de ingrediente mais homogêneo (pasta, **Figura 4.1b**). A pasta obtida foi então acondicionada em recipientes reutilizáveis de vidro de 800 mL, previamente esterilizados em água fervente; pasteurizada por imersão em água (85 °C por 3 min), conforme a metodologia adaptada de Golombek *et al.* (2021), resfriada até temperatura ambiente com o auxílio de um banho com água; e congelada (± -18 °C) até momento do uso.

Figura 4.1 Coproduto da vinificação em tinto de BRS Violeta (a) e pasta obtida a partir do coproduto (b).



2.2 Determinação do teor de CFT, ANT e teor de fibras alimentar da pasta

Para determinar a concentração de CFT e ANT da pasta, primeiramente foi necessário realizar a extração dos compostos de interesse, em duplicata, utilizando metodologia adaptada de Lago-Vanzela *et al.* (2011). Para tanto, porções de 50 g da pasta foram submersas em 100 mL de solução extratora contendo metanol e ácido fórmico (97:3, v/v), em seguida foram trituradas com um mixer Philco 700 (Philco, Nilópolis, Brasil) por 1 min, submetidas a banho ultrassônico (10 min) e centrifugadas (Modelo CR-G111 series, Hitachi) (5 °C a 9000 g por 20 min). Os sobrenadantes obtidos foram recolhidos e os respectivos precipitados foram submetidos a três sequenciais extrações com solução extratora (50 mL cada) contendo metanol, água e ácido fórmico (50:48,5:1,5, v/v/v), empregando similar procedimento de extração. Os sobrenadantes obtidos destas extrações foram unidos perfazendo um único extrato representativo de cada amostra, que foi posteriormente rotoevaporado (Modelo Hei-VapAdvantage, Heidolph) a 40 °C para

remoção total do metanol e adicionado a balão volumétrico (50 mL) para padronização do volume final do extrato. Os extratos foram acondicionados em frascos de vidro âmbar adequadamente lacrados e, congelados a $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$, para posterior realização das análises.

A determinação da concentração de CFT dos extratos foi realizada pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (OUGH; AMERINE, 1988). Para a quantificação, utilizou-se uma curva analítica construída utilizando como padrão o ácido gálico numa faixa de linearidade de $50,0$ a $750,0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$, sendo os resultados da pasta expressos em $\text{mg EAG}\cdot\text{g}^{-1}$ de pasta. A determinação da concentração de ANT foi determinada de acordo com o método de pH diferencial (GIUSTI, WROLSTAD, 2001), sendo que para a quantificação foi utilizada uma curva analítica construída com mv-3,5-diglc numa faixa de linearidade de $0,0$ a $1190,0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. O resultado da pasta foi expresso em $\text{mg de mv-3,5-diglc}\cdot\text{g}^{-1}$ de pasta.

O teor de fibra alimentar foi determinado seguindo as metodologias propostas por AOAC (2005) a partir do método enzimático-gravimétrico.

2.3 Desenvolvimento dos produtos alimentícios

No Noroeste Paulista, após reuniões com viticultores que manifestaram suas dificuldades mediante esta situação pandêmica, observou-se a necessidade de desenvolver produtos alimentícios utilizando o coproduto gerado do processo de vinificação a partir de técnicas e/ou metodologias replicáveis que pudessem conter suas características regionais, bem como potencial para comercialização na localidade visando geração de renda.

Após realizar uma avaliação da apropriabilidade da tecnologia para este ambiente sociocultural (baixo capital investido por unidade de produto elaborado, pequena escala de produção, autossuficiência local), optou-se por desenvolver produtos de fácil preparo e consumo que fossem atrativos e de custo acessível. Para tal, foram realizados testes preliminares utilizando diversas formulações e os produtos alimentícios (massa de pizza, bolo e doce tipo brigadeiro) foram elaborados no Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças, da UNESP em São José do Rio Preto, SP, em duplicata. Boas práticas de fabricação foram adotadas durante a manipulação dos ingredientes, utensílios e equipamentos.

2.4 Composição centesimal, valor energético e teor de CFT dos produtos alimentícios

A composição centesimal de todos os produtos elaborados foi determinada seguindo as metodologias propostas pela AOAC (2005): umidade, por secagem em estufa a 105 °C até atingir massa constante; teor de proteínas, pelo método de nitrogênio total por Kjeldahl; teor de lipídeos pelo método de Bligh-Dyer; teor de cinzas, por incineração em mufla a 550°C; teor de fibra alimentar, pelo método enzimático-gravimétrico; e, teor de carboidratos por diferença. O valor energético dos produtos foi calculado com base nos fatores de conversão apresentados na Legislação Brasileira, na qual os carboidratos e proteínas contribuem com 4 kcal·g⁻¹ (17 kJ·g⁻¹) e os lipídeos com 9 kcal·g⁻¹ (37 kJ·g⁻¹) (BRASIL, 2003).

A concentração de CFT dos produtos foi determinada utilizando a metodologia adaptada de Hu *et al.* (2016). Primeiramente, o doce tipo brigadeiro e o bolo foram desengordurados antes da extração dos fenólicos, em virtude do elevado teor lipídico. Para tanto, porções de 2 g de amostras foram submersas em 10 ml de hexano, posteriormente agitadas em agitador de tubos tipo vortex (Modelo MA 162/2, Marconi) durante 1 min, submetidas ao banho de ultrassom (Modelo USM, Ultronique) durante 10 min, centrifugadas (Modelo CR-G111 series, Hitachi) (22 °C a 4000 g por 10 min), e por fim, o sobrenadante descartado. Este procedimento foi realizado duas vezes, sendo as amostras posteriormente secas em estufa a vácuo por 24 h a 22 °C e pesadas para posterior extração de CFT. Com relação a massa de pizza, em 2 g de amostra foram adicionados 10 mL de metanol 70% e a mistura foi sonicada em banho de ultrassom durante 10 min. Após centrifugadas a 22 °C a 4000 g por 10 min, o volume do extrato foi padronizado e o conteúdo de CFT determinado utilizando o sobrenadante obtido de acordo com metodologia descrita no item 2.2.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente estudo, a pasta obtida do coproduto proveniente da vinificação em tinto da uva BRS Violeta foi obtida a partir da prensada do coproduto para retirada do excesso de água, seguido de trituração, pasteurização e congelamento. O objetivo foi encontrar uma alternativa viável e prática de conservação aplicável pelos pequenos vitivinicultores para reutilização integral e sustentável dos seus coprodutos gerados como

bioingredientes contendo CF e fibras. A pasta obtida apresentou concentrações de CFT e ANT, respectivamente, de 326 mg EAG·100g⁻¹ de pasta (base úmida) e 185 mg de mv-3,5-diglc·100g⁻¹ de pasta (base úmida).

Muitos estudos avaliaram o uso de desidratação como método de conservação para reduzir o teor de água dos coprodutos derivados do processo de vinificação de uvas e, conseqüentemente sua natureza perecível, minimizando dificuldades de armazenamento em escala industrial (MAJERSKA, MICHALSKA, FIGIEL, 2019; CHOWDHARY *et al.*, 2021). Barcia *et al.* (2014), em particular, avaliaram a composição fenólica de coprodutos da vinificação (cascas do bagaço e borras) da cultivar BRS Violeta desidratados por três técnicas: secagem em estufa a 50 °C, secagem por spray-drying e liofilização. Os autores relataram que os coprodutos desidratados apresentaram importante concentração de ANT monoméricas (aproximadamente, 180 a 200 g equivalentes de mv-3,5-diglc·100g⁻¹). Este estudo demonstra o potencial deste coproduto para uso como bioingrediente.

Há vários estudos na literatura sobre as concentrações de CFT e ANT presentes em extratos obtidos a partir de coprodutos da vinificação de outras cultivares de uva (*Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*). Ribeiro *et al.* (2015), por exemplo, após determinar o conteúdo de CFT e ANT de coprodutos desidratados (umidade variando entre 2,85% a 13,63%) provenientes da vinificação das uvas Cabernet Sauvignon, Merlot e uma mistura dos coprodutos da (Bordeaux, Isabel, BRS Violeta e Terci), relataram, aproximadamente, valores de CFT entre 2.500 e 4.100 mg EAG·100g⁻¹ (base seca) e de ANT entre 75 e 415 mg cy-3-glc·100g⁻¹. Os resultados apresentados nos estudos citados são promissores, porém, não comparáveis com os obtidos no presente estudo uma vez que as concentrações dos compostos de interesse, bem como seus perfis qualitativos, determinados estão relacionadas diretamente a variedade/cultivar da uva, condições edafoclimáticas, maturidade, técnicas de viticultura e procedimentos de vinificação, métodos de extração, métodos analíticos empregados e formas de expressar os resultados (base seca ou base úmida e padrões analíticos utilizados).

É de conhecimento na comunidade científica também que este coproduto se apresenta como uma fonte de fibras. No presente estudo, a pasta produzida apresentou uma concentração de fibras alimentares de 10,04 g·100 g⁻¹. Esta fibra alimentar do coproduto de uva contém fenólicos extraíveis e não extraíveis, o que melhora sua

qualidade funcional comparada a fibra encontrada em cereais (RIBEIRO *et al.*, 2015). Beres *et al.* (2016) e Souza *et al.* (2014) relataram conteúdos de fibra alimentar de coprodutos da vinificação desidratado provenientes das uvas Red Pinot e Benitaka de aproximadamente, $50 \text{ g} \cdot 100\text{g}^{-1}$. Vale destacar que o desenvolvimento de diferentes métodos de recuperação de compostos com apelo para saudabilidade como os CF e as fibras presentes nestes coprodutos são de grande interesse para o desenvolvimento de bioingredientes alimentícios (BERES *et al.*, 2016). Os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a opção por produzir uma pasta pasteurizada e congelada apresenta potencial para uso como um bioingrediente em produtos alimentícios.

Após diferentes testes, os produtos desenvolvidos (massa de pizza, bolo e doce tipo brigadeiro) foram selecionados com base na aceitação e afetividade por parte das pessoas da região no qual foi coletado o coproduto; custo da formulação e facilidade de preparo.

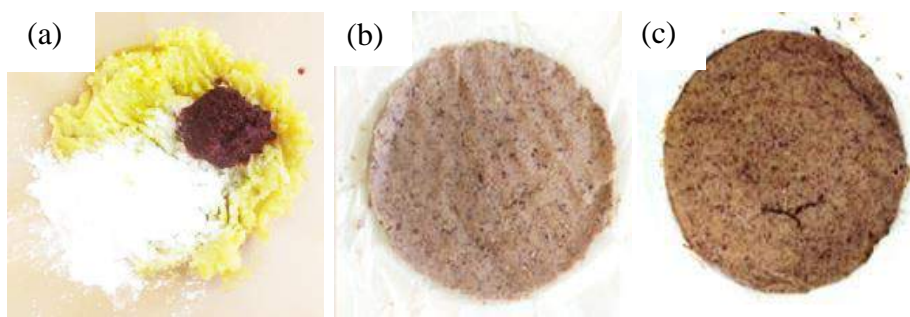
Pizza é um dos alimentos mais populares do mundo, consumido muitas vezes para compartilhar boas lembranças, seja com a família ou com os amigos, tal como pode ser uma excelente fonte de carboidratos, moderada de proteínas, ou de outros nutrientes, dependendo da diversidade de ingredientes da sua formulação (CORTE *et al.*, 2020). Nos últimos anos, devido a demanda por alimentos com praticidade de consumo, aumentou o interesse por pizzas pré-assadas e que contenham ingredientes saudáveis (LAN *et al.*, 2020).

O bolo está presente em diversos momentos, tanto no café da manhã como em celebrações, com consumo por todos os segmentos da sociedade. Por ser um produto com grande variedade de sabores, de fácil disponibilidade e preço mais barato do que vários outros alimentos processados, o bolo tem se tornado cada vez mais popular. A adição de frutas, hortaliças e coprodutos às formulações de bolos pode melhorar suas características estruturais e nutricionais (FERNANDES; FILIPINI; SALAS-MELLADO, 2021).

Os brigadeiros, por outro lado, são apreciados por consumidores de diferentes faixas etárias devido seu sabor e textura e, podem ser preparados rapidamente. Alguns trabalhos já desenvolveram este tipo de doce com adição de ingredientes mais saudáveis para melhorar seu perfil nutricional (FERREIRA *et al.*, 2020; STRAPASSON, 2016). Assim, estes produtos foram escolhidos para serem funcionalizados pela incorporação da pasta em suas formulações.

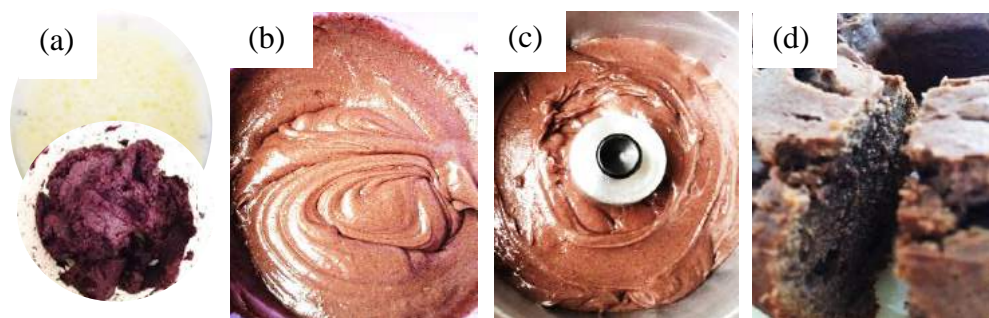
Para a massa de pizza (**Figura 4.2**) foi utilizado 100 g de batata-doce cozida em panela de pressão por aproximadamente 20 min, que foi posteriormente descascada e amassada manualmente com o auxílio de um amassador de batatas, 13 g de farinha de arroz (uma colher de sopa), 20 g de azeite extravirgem (meia colher de sopa), 20 g da pasta, e 1 g de sal (ou à gosto) (**Figura 4.2a**). Todos os ingredientes foram homogeneizados a mão em um recipiente e colocados em forma untada com azeite (**Figura 4.2b**), que foi levada para forneamento por 15 min à 180°C (**Figura 4.2c**).

Figura 4.2 Etapas de elaboração da massa de pizza com a pasta.



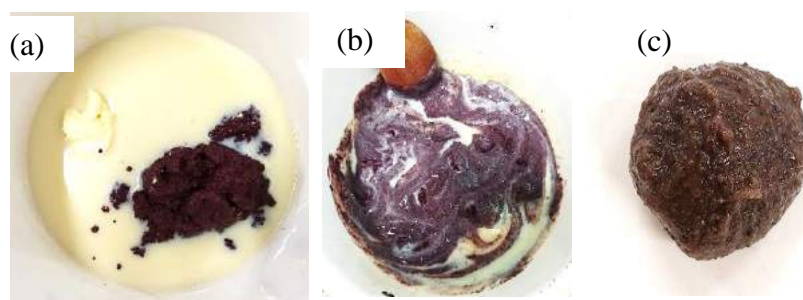
Para o bolo (**Figura 4.3**) foi utilizado três ovos inteiros, 120 mL de óleo de soja (meia xícara de chá), 300 g de açúcar (uma e meia xícara de chá), 100 g da pasta, 120 g de farinha de trigo (uma xícara de chá) e 10 g de fermento químico (uma colher de sopa). Os ovos, óleo, açúcar e a pasta (**Figura 4.3a**) foram batidos em liquidificador doméstico, na potência máxima, por 5 min. Em seguida, esta mistura foi colocada em um recipiente (**Figura 4.3b**), no qual foi adicionado a farinha e misturou-se com o auxílio de uma colher até a sua homogeneização. Por último, foi adicionado o fermento e misturou-se lentamente. A mistura para bolo foi despejada em uma forma pequena de furo ao meio previamente untada com óleo (**Figura 4.3c**) e então foi submetida ao forneamento à 180°C por 40 min (**Figura 4.3d**).

Figura 4.3 Etapas de elaboração do bolo com a pasta.



Para o doce tipo brigadeiro (**Figura 4.4**) utilizou-se 395 g de leite condensado (uma caixa), 13 g de margarina sem sal (uma colher de sopa) e 100 g da pasta. Todos os ingredientes foram acrescentados em uma panela (**Figura 4.4a**) e com o auxílio de uma colher misturou-se em fogo médio (**Figura 4.4b**), por 10 min (**Figura 4.4c**).

Figura 4.4 Etapas de elaboração do doce tipo brigadeiro com a pasta.



Os resultados referentes a composição centesimal e valor energético determinados na massa de pizza, bolo e doce tipo brigadeiro estão apresentados na **Tabela 4.1**. Com relação ao valor energético, o produto alimentício que se destacou foi o bolo (417 kcal), seguido pelo doce tipo brigadeiro (281 kcal) e pela massa de pizza (204 kcal). Isso provavelmente ocorreu pelo fato do bolo apresentar maior teor de lipídeos.

Ao comparar os produtos desenvolvidos com outros similares descritos na literatura pode-se observar pontos positivos nas formulações desenvolvidas.

Tabela 4.1 Valores médios da composição centesimal e valor energético dos produtos desenvolvidos com a pasta.

Análises	Massa de pizza	Bolo	Doce tipo brigadeiro
Umidade (%) ¹	54,73 ± 2,14	20,53 ± 1,88	40,50 ± 0,51
Carboidratos (%) ¹	34,41 ± 2,19	56,67 ± 7,89	42,29 ± 1,39
Lipídeos (%) ¹	5,96 ± 0,42	18,89 ± 0,70	9,33 ± 0,91
Proteínas (%) ¹	3,19 ± 0,19	5,16 ± 0,30	6,88 ± 0,18
Cinzas (%) ¹	1,71 ± 0,06	1,90 ± 0,08	0,99 ± 0,09
Fibra alimentar (%) ¹	4,70 ± 0,14	1,53 ± 0,02	2,98 ± 0,07
Valor energético (100g)	204 kcal = 854 KJ	417 kcal = 1747 KJ	281 kcal = 1175 KJ

¹Média ± Desvio Padrão (n=6).

Viana *et al.* (2020) desenvolveram uma massa de pizza isenta de glúten (a partir de fécula de mandioca doce, farinha e biomassa de banana verde, ovo, sal, óleo de soja e água) e compararam com a massa de pizza tradicional (a base de farinha de trigo).

Em relação ao teor de cinzas o valor do presente estudo foi superior ao da massa de pizza tradicional (1,59%), entretanto inferior, a massa de pizza isenta de glúten (1,90%). Acredita-se que o menor percentual encontrado na pizza tradicional está relacionado a base de farinha de trigo. Delahaye, Jiménez e Pérez (2005) também encontraram o menor teor de cinzas em massa de pizza somente com farinha de trigo (0,42%) quando comparado a massa de pizza enriquecidas com farinha de farelo de arroz estabilizada, visto que à medida que aumentaram a substituição da farinha de trigo pela farinha de arroz estabilizada (95:5 e 90:10) aumentaram o teor de cinzas (0,82% e 1,23%).

O teor de umidade da massa de pizza com pasta foi superior tanto para a massa isenta de glúten (21,67%) quanto para a massa tradicional (27%), o que pode ser justificado pelo maior tempo e temperatura de forneamento destas (20 min a 250 °C). Já os teores de carboidratos (48,38% e 54,73%), lipídeos (17,90% e 6,34%), proteínas (5,25% e 9,62%) e o valor energético (376 kcal e 314 kcal) tanto da massa de pizza isenta de glúten quanto a massa de pizza tradicional, respectivamente, apresentaram teores superior ao dos determinados no presente estudo. Já com relação ao teor de fibra alimentar, o valor do presente estudo foi superior ao da massa de pizza tradicional

(0,70%), entretanto levemente inferior a massa de pizza isenta de glúten (5,00%) relatados pelos autores. Estes resultados evidenciam pontos positivos para o consumo de massa de pizza com pasta.

Com relação aos estudos disponíveis na literatura para brigadeiro, pode-se citar o realizado por Marian e Licodiedoff (2019), no qual um doce tipo brigadeiro com casca de banana caturra (sem leite condensado e contendo cacau em pó, leite desnatado sem lactose, casca de banana, açúcar mascavo, aveia em flocos, flocos de arroz e óleo de coco) foi desenvolvido e comparado com o brigadeiro tradicional (com leite condensado, margarina e cacau em pó). Ao comparar os resultados de caracterização físico-química do doce do referido estudo com o elaborado com a pasta, pode-se inferir que o teor de umidade do doce tipo brigadeiro com a pasta foi próximo ao do doce tipo brigadeiro com casca de banana (40,13%), entretanto superior ao brigadeiro tradicional (16,54%). Estes maiores percentuais de umidade nos doces tipo brigadeiro, muito provavelmente estão relacionados ao uso dos coprodutos, uma vez que ele é rico em fibras com alta capacidade de retenção de água. Observou-se que o teor de fibra alimentar do doce tipo brigadeiro com a pasta foi superior ao teor de fibra bruta do brigadeiro tradicional (2,18%) e inferior ao do doce tipo brigadeiro com casca de banana (8,20%), isto pode ser justificado pelo uso da casca da banana, bem como dos flocos de aveia. Já os teores de lipídeos, carboidratos e o valor energético do doce tipo brigadeiro com pasta foram inferiores ao brigadeiro tradicional (12,32%, 60,60% e 378 kcal), entretanto superiores ao doce tipo brigadeiro com casca de banana (7,52%, 36,34% e 234 kcal). Ao comparar os doces tipo brigadeiro com o brigadeiro tradicional é possível perceber que a adição dos bioingredientes na formulação do brigadeiro tradicional contribuíram para a redução de lipídeos, carboidratos e o valor energético. O doce tipo brigadeiro com pasta apresentou o maior teor de proteína, entretanto o menor teor de cinzas quando comparado aos percentuais do brigadeiro tradicional e doce tipo brigadeiro com casca de banana, que foram respectivamente, de 6,85% e 5,72% e 1,54% e 2,08%.

Strapasson (2016) elaborou diversos produtos alimentícios adicionando farinha obtida do coproduto da vinificação em tinto da uva Tannat. Entre os produtos alimentícios desenvolvidos destaca-se o doce tipo brigadeiro, no qual a formulação continha leite condensado, margarina, gema de ovo, canela, gengibre em pó e farinha de uva, em substituição ao chocolate em pó. Ao comparar os teores de proteína (9,21%), lipídeos

(13,4%), carboidratos (51,7%), bem como o valor energético (364 kcal) foi possível observar que todos estes teores foram superiores ao do presente estudo, entretanto o teor de fibra foi inferior (1,95%). Outro produto alimentício que Strapasson (2016) elaborou foi o bolo, no qual o teor de lipídeos (11,1%), bem como o valor energético (378 kcal) foram inferiores ao do presente estudo, enquanto os teores de fibra alimentar (8,10%), proteína (10,3%) e carboidratos (59,1%) foram superiores. Estes resultados demonstram que as formulações de bolo e doce tipo brigadeiro desenvolvidas no presente estudo apresentaram pontos positivos em relação a redução no teor de açúcar para ambas as formulações e um aumento no teor fibras para a formulação do doce tipo brigadeiro.

Ao dar continuidade as comparações de estudos desenvolvidos para melhorar a qualidade nutricional de bolos, pode-se citar o estudo desenvolvido por Nakov *et al.* (2020), no qual avaliaram a influência da substituição da farinha de trigo pelo subproduto em pó de vinho Muscat Hamburg na elaboração de bolos em diferentes proporções (0%, 4%, 6%, 8% e 10%). Os teores de fibra alimentar (6,73% - 12,49%), lipídeos (22,06% - 24,51%) e proteínas (18,23% - 19,89%) foram superiores aos encontrados no presente estudo, entretanto os teores de umidade foram próximos (19,52% - 23,43%) enquanto os teores de cinzas foram inferiores (0,70% - 0,89%).

De acordo com RDC 54 de 12 de novembro de 2012 (ANVISA/MS) pode-se dizer que tanto o doce tipo brigadeiro quanto o bolo, elaborados no presente estudo, continham fibra alimentar, entretanto somente a massa de pizza apresenta apelo de fonte de fibras ($>3 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Já com relação às proteínas pode-se dizer que somente o doce tipo brigadeiro é considerado como fonte de proteína ($>6 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) (Brasil 2012).

Quanto ao teor de CFT dos produtos, o doce tipo brigadeiro e o bolo apresentaram teores próximos e superiores (63 e 59 mg EAG \cdot 100g de produto $^{-1}$, respectivamente) comparado ao da massa de pizza (51 mg EAG \cdot 100g de produto $^{-1}$), o que pode ser justificado pela quantidade de pasta utilizada nas formulações.

Com relação ao teor de fibras dos produtos, sabe-se que o consumo diário de fibra alimentar recomendado pela OMS/FAO (OMS, 2003) para um adulto é de 25 g por dia. Assim, considerando esta informação, se uma pessoa consumir uma unidade (25g) do doce tipo brigadeiro ou uma fatia (60g) de bolo ou um pedaço (40g) de pizza, ela estará consumindo aproximadamente 3%, 4% e 7% da ingestão diária recomendada, respectivamente.

4. CONCLUSÃO

Dentre as possíveis articulações para promover uma alimentação mais saudável no Brasil destaca-se o incentivo à produção de alimentos locais ou regionais, especialmente as frutas e hortaliças. A comunidade científica, a indústria alimentícia e os produtores rurais têm papel decisivo neste processo. No presente estudo, a utilização da pasta pasteurizada e congelada demonstrou ser uma alternativa promissora como bioingrediente para enriquecer os produtos alimentícios doce tipo brigadeiro, bolo e massa de pizza. Estes apresentaram composição centesimal, valor energético e conteúdo de CFT satisfatórios, no qual além de possibilitarem um aumento na geração de renda para os produtores rurais, são capazes de incentivar projetos que possam contribuir com a redução dos impactos socioeconômicos e ambientais causados pelo desperdício alimentar.

CAPÍTULO V

Desenvolvimento e verificação da aplicabilidade de plataforma de microvinificação em tinto para uso por produtores rurais

RESUMO

Os produtores rurais da Região do Noroeste Paulista têm interesse em investir na produção de vinhos artesanais, porém, os custos para iniciar o processo e a falta de informação ainda impedem esta prática. Com o intuito de estreitar a interação entre Universidade e a sociedade, o trabalho objetivou o desenvolvimento de uma plataforma de microvinificação apta para a elaboração de vinho tinto de BRS Violeta (com e sem FM) e caracterização físico-química (teor alcoólico, densidade relativa, pH, AT, acidez volátil, acidez fixa, extrato seco e cinzas) dos produtos elaborados para avaliar a aplicabilidade das etapas executadas na plataforma. Para produção do vinho, construiu-se um reator a partir de balde de plástico atóxico com tampa, registro esfera de PVC, além de outros materiais acessíveis e de baixo custo. Os vinhos sem e com FM foram produzidos e os resultados obtidos da caracterização físico-química indicaram que os vinhos apresentaram qualidade microbiológica aceitável (acidez volátil $7,13 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ e $7,00 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente) e estão de acordo com a legislação brasileira vigente (teor alcoólico 10,90% v/v e 10,65% v/v, AT $64,13 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$ e $59,57 \text{ meq}\cdot\text{L}^{-1}$, extrato seco $23,64 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ e $22,15 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ e cinzas $1,87 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ e $1,74 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$, respectivamente). Pode-se concluir que a plataforma de vinificação foi desenvolvida de forma eficiente e pode ser apresentada aos produtores como uma forma artesanal de produção dos vinhos.

Palavras-chave: Reator fermentativo. Baixo custo. Produção artesanal. Vinho de mesa.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil tem potencial para expandir o mercado de produção de vinhos, com consumo moderado pela população, uma vez que a diversidade climática e a criatividade do brasileiro aliada ao investimento em inovação, permitiram ao Brasil obter uma vitivinicultura completamente original, no qual cada zona produtora desenvolveu sua especialidade e sua marca própria (IBRAVIN, 2018).

No Estado de São Paulo, em particular na região do Noroeste Paulista, a produção de vinhos de forma artesanal já vem sendo incentivada, há vários anos, por entidades ligadas à agricultura e a pesquisa, no qual inclui nosso grupo da Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto (UNESP/IBILCE). De acordo com Matta *et al.* (2015), a produção artesanal de vinhos pode ser uma alternativa para diminuir o desperdício de frutas. Além de ser considerada uma atividade de extrema importância para o desenvolvimento rural e para a agricultura familiar, com fixação do produtor na atividade primária e geração de renda (COSTA *et al.*, 2012; RIZZON; ZANUS; MANFREDINI, 1996).

O nível tecnológico para o processo de elaboração dos vinhos de mesa ou vinhos de consumo corrente a partir de uvas americanas e híbridas é simples, diferente dos demais países onde os vinhos finos ou nobres elaborados a partir de variedades de uvas *Vitis Vinifera* necessitam de um nível tecnológico mais avançado. Entretanto, a geração de conhecimentos e tecnologias podem contribuir para a competitividade da produção brasileira de vinhos mediante a realização de pesquisas e assim, aumentar o potencial da qualidade e do valor agregado dos vinhos, incrementar as opções tecnológicas à disposição dos produtores de vinhos, ampliar a oferta de produtos à disposição dos consumidores, racionalizar os custos de produção e ampliar as possibilidades de produção com menor impacto ambiental (GUERRA, 2015). Neste contexto, o desenvolvimento de tecnologias sociais relacionadas ao processo de vinificação em pequena escala utilizando produtos enológicos adequados e de qualidade, bem como, equipamentos simples e de baixo custo é de extrema importância para alavancar a qualidade dos produtos artesanais produzidos. Diante do exposto, o estudo visou o desenvolvimento de uma plataforma de microvinificação de baixo custo para a elaboração de vinho tinto que pode ser utilizada por produtores rurais e a caracterização química dos vinhos elaborados para avaliar a aplicabilidade das etapas executadas nos reatores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Uva e outros insumos

A amostra de 60 kg da uva BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21) (**Figura 5.1**), safra 2018, foi doada pela Vinícola Góes - São Roque (SP). As uvas foram transportadas cuidadosamente para o Laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças da UNESP, São José do Rio Preto, SP, em caixas com capacidade de 15 kg. No Laboratório, os cachos de uvas foram higienizados com água corrente, eliminando-se pequenas sujidades e bagas atacadas por pássaros e/ou insetos. Uma porção representativa do lote foi separada para realização da caracterização química da matéria-prima e, o restante foi reservado para a elaboração do vinho.

Figura 5.1 Uva BRS Violeta.

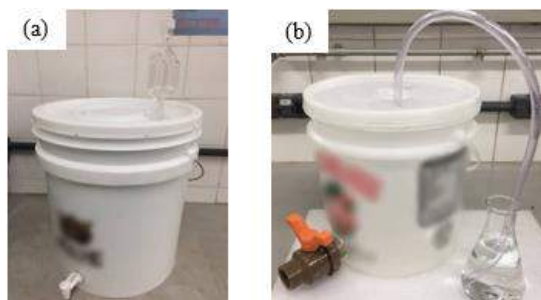


Todos os reagentes químicos utilizados nas análises químicas apresentaram grau analítico. Para a elaboração do vinho, o metabissulfito de potássio ($K_2S_2O_5$) (Dinâmica Química Contemporânea Ltda, Indaiatuba, SP) e a sacarose (Guarani, Olímpia, SP) foram adquiridas no comércio local; a levedura selecionada *Saccharomyces cerevisiae* (Mauriferm Y-904) e o preparado enzimático pectinolítico COAPECT PTE (Coatec Industrial e Comercial Ltda, Bento Gonçalves, RS) foram adquiridos no comércio de Bento Gonçalves, RS; e a bactéria ácido láctica *Oenococcus oeni* e o energizer (Laffort, Burdeos, França) foram adquiridos em Flores da Cunha, RS.

2.2 Desenvolvimento da plataforma de microvinificação

Para elaboração dos vinhos tintos, primeiramente, desenvolveu-se os reatores aptos para a realização do processo de fermentação. Visando futura reprodução pelos produtores rurais, materiais de menor custo foram testados para a construção, de forma simples, de reatores aptos para elaboração de vinhos tintos. Para tanto, foi necessário a aquisição de dois baldes plástico de polipropileno (atóxicos) com tampa de 30 litros; duas tampas com diâmetro menor que o do balde; uma torneira de plástico (**Figura 5.2a**) e/ou um registro esfera de PVC 1” (**Figura 5.2b**), sendo este último o mais aconselhável em virtude das sementes; um nípel roscável (1”); um batoque hidráulico; e, para a mesma finalidade, meio metro de mangueira cristal transparente fina (\varnothing 10 mm) juntamente com um frasco/garrafa de vidro; e três ferros, um com o diâmetro externo do nípel, outro com o diâmetro externo do batoque hidráulico ou mangueira e outro para furar a tampa interior.

Figura 5.2 Reatores fermentativos elaborados com torneira (a) e registro esfera de PVC (b).



Com o auxílio da chama de um fogão, aqueceu-se os ferros para perfurar o balde (na parte inferior, com o ferro de maior diâmetro e na tampa, com o ferro de diâmetro menor). Após obter os furos, na abertura inferior do reator foi colocado o nípel e/ou registro e na tampa a mangueira e/ou batoque. Além dos reatores conterem *airlock* e válvula inferior, foi necessário construir tampas interiores perfuradas que ficavam submersas a uma altura de 2/3 das bases (**Figura 5.3**) para impedir que as cascas subissem e se mantivessem macerando com o mosto em fermentação, em conformidade com o método descrito por Sampaio, Kennedy e Vasconcelos (2007). Para tanto, foi necessário produzir uma tampa ligeiramente menor que o do reator, onde novamente com o auxílio da chama de um fogão, aqueceu-se o ferro (\varnothing 5 mm), e perfurou a tampa inúmeras vezes.

Figura 5.3 Suporte interno perfurado.



Recipientes com batoque hidráulicos de diferentes volumes também foram elaborados, na qual, as tampas foram perfuradas no ponto central apenas uma vez de acordo com a descrição anterior para passagem da mangueira (\varnothing 10 mm) e frascos/garrafa de vidro também foram utilizadas para servir como batoque.

2.3 Produção e caracterização do vinho tinto de BRS Violeta

Os vinhos foram produzidos no laboratório de Processamento de Frutas e Hortaliças do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Câmpus da Unesp em São José do Rio Preto, São Paulo. Metodologias descritas por Nogueira (2017) e De-Castilhos (2015a,b), com pequenas modificações, foram utilizadas para a elaboração dos vinhos tintos jovens com inibição e indução da FM.

As metodologias empregadas para realização das análises enológicas do vinho estão descritas a seguir:

- *Teor alcoólico*: definido pelo número de litros de etanol contidos em 100 L de vinho e foi determinado por densimetria, utilizando o densímetro Anton Paar DMA 45, de acordo com a metodologia de Rizzon (2010), obtendo os resultados em porcentagem (%);
- *Densidade relativa a 20 °C*: foi determinada pela relação expressa, em quatro casas decimais, da massa volumétrica (g mL^{-1}) do vinho a 20 °C, com a massa volumétrica da água a mesma temperatura, de acordo com metodologia descrita por Rizzon (2010), utilizando densímetro Anton Paar DMA 45;
- *Potencial hidrogeniônico (pH)*: foi determinado diretamente pela leitura em um potenciômetro digital da marca Tecnal, modelo TEC 11, segundo a metodologia proposta pela OIV (2020);

- *Cinzas*: que correspondem ao resíduo da incineração do extrato do vinho após a sua evaporação. Para tanto, o conteúdo de cinzas do vinho foi determinado utilizando cadinho de porcelana, segundo a OIV (2020), por meio da equação 1 e expresso em g·L⁻¹.

$$Cinzas = \frac{P_f - P_i}{V} \times 1000 \quad (1)$$

Em que, P_f - Massa (g) do cadinho com a amostra; P_i - Massa (g) do cadinho vazio; e, V - Volume da amostra (mL).

AT, volátil e fixa: a acidez do vinho é uma combinação da acidez fixa e da acidez volátil e corresponde à soma dos ácidos tituláveis. Desta forma, titulou-se as amostras de vinho com uma solução padronizada de NaOH 0,1 N. O conteúdo de AT do vinho foi determinado segundo AOAC (2005), por meio das equações 2 e 3, a qual é expresso em meq·L⁻¹ e em g de ácido tartárico (principal ácido do vinho), respectivamente.

$$AT \text{ (meq/L)} = \frac{v \times N \times f \times 1000}{a} \quad (2)$$

$$AT \text{ (g ácido tartárico/L)} = \frac{v \times N \times f \times ME}{a} \quad (3)$$

Onde: AT - Acidez total; v - Volume de NaOH gasto na titulação; N - Normalidade da solução de NaOH; f - Fator de correção da solução de NaOH; e, ME - Massa equivalente do ácido tartárico = 75, e a - Volume da amostra.

A análise de acidez volátil bruta foi realizada mediante a separação prévia dos ácidos voláteis por destilação por arraste a vapor e, posterior, determinação por volumetria de neutralização. O conteúdo de acidez volátil bruta do vinho jovem foi determinado por meio da equação 4, a qual é expresso em meq·L⁻¹ e em g de ácido acético, respectivamente.

$$AV \text{ (mEq/L)} = \frac{v \times N \times f \times 1000}{a} \quad (4)$$

Onde: AV - Acidez total; v - Volume de NaOH gasto na titulação (mL); N - Normalidade da solução de NaOH; f - Fator de correção da solução de NaOH; e, a - Volume da amostra (mL).

A acidez inerente do dióxido de enxofre livre, arrastada com o destilado, foi subtraída seguindo recomendações da norma de Jaulmes (1951), no qual considerou-se completa influência do dióxido de enxofre livre e somente a metade no caso do dióxido combinado. Logo, o conteúdo de acidez volátil corrigida do vinho jovem foi determinado por meio da equação 5, expresso em meq·L⁻¹.

$$AVc \text{ (meq/L)} = AV - 500 \frac{N}{a} (2v' + v'') \quad (5)$$

Onde: AVc - Acidez volátil corrigida; AV - Acidez volátil (bruta), expresso em meq·L⁻¹; v' - Volume gasto na primeira titulação; v'' - Volume gasto na segunda titulação; e, N - Concentração normal de iodo, e a - Volume da amostra.

Por fim, a acidez fixa foi determinada pela diferença entre a AT e a acidez volátil, sendo expressa em meq·L⁻¹ de ácido tartárico.

- *Extrato seco*: foi determinado pelo método direto, segundo a metodologia da Rizzon (2010), que consiste em obter o extrato seco por meio da pesagem do resíduo após a evaporação do vinho em banho-maria, utilizando uma balança analítica, sendo o volume expresso em g·L⁻¹ de vinho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Processo de produção dos vinhos

Para produção dos vinhos, aproximadamente 50 kg de uvas foram pesados (**Figura 5.4a**) e as bagas foram separadas do engaço de forma manual (**Figura 5.4b**). Estas bagas foram distribuídas em dois reatores fermentativos de 30 L e esmagadas levemente de forma manual (**Figura 5.5a**), permitindo assim, a liberação do mosto fermentativo. Juntamente com o mosto, as bagas esmagadas foram imediatamente submetidas a etapa de sulfitação, a qual adicionou o metabissulfito de potássio (150 mg de K₂S₂O₅/kg de uva) (**Figura 5.5b**), visando proteger o mosto contra processos

oxidativos e contaminação microbiana, ao mesmo tempo que permite o desenvolvimento de *Saccharomyces cerevisiae*.

Figura 5.4 Etapas de pesagem dos cachos (a) e desengace manual da uva BRS Violeta (b).

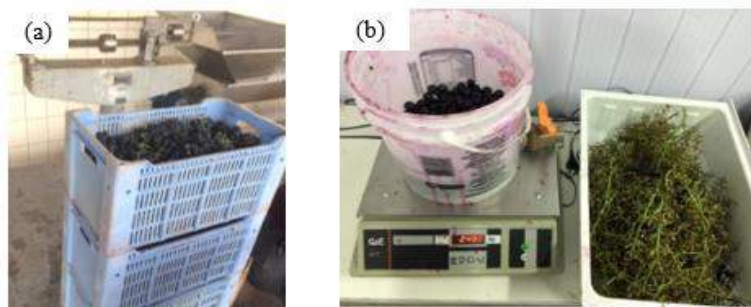
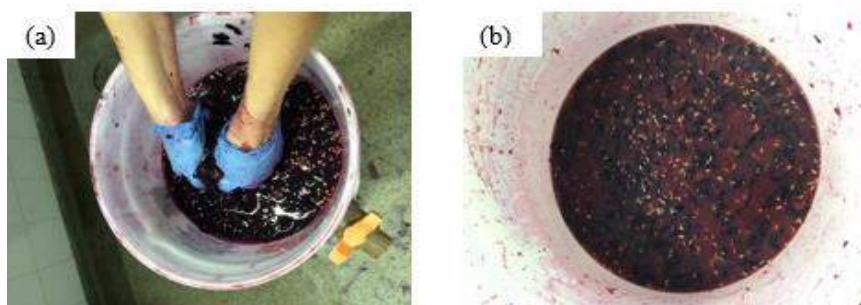


Figura 5.5. Etapa de esmagamento da uva BRS Violeta para obtenção do mosto (a) e etapa de sulfitagem do mosto em reator fermentativo (b).



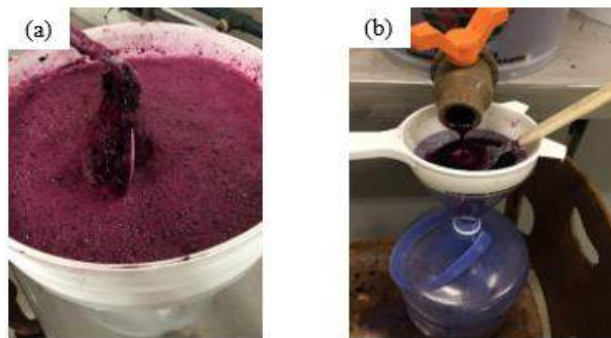
Transcorrido duas horas, foram realizadas em cada reator fermentativo as etapas de despectinização, com a adição do preparado enzimático pectinolítico (COAPECT PTE) (60 mg de preparado enzimático/kg de uvas) e a inoculação, com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Mauriferm Y-904) (200 mg de levedura/kg de uvas), os quais, foram mantidos a temperatura controlada (25 ± 1 °C). Esta levedura é adicionada com a finalidade de favorecer uma fermentação homogênea e foi previamente hidratada com água destilada morna a 37 °C, na proporção de dez vezes a sua massa.

Para assegurar que não houvesse formação de bolsões de gás CO₂ entre as cascas que estavam submersas, duas vezes ao dia, foram realizadas remontagens manualmente com o auxílio de uma escumadeira (**Figura 5.6a**). Após os 7 dias, sendo aproximadamente 3 dias de fermentação tumultuosa e mais 4 dias de fermentação lenta, foi possível observar a finalização da FA, com base no valor do cálculo (1,010 – 1,025

$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) de densidade do mosto proposto por Meyer e Leygue-Alba (1991) (equação 6). Para este cálculo, alíquotas de cada mosto foram retiradas e medidas em refratômetro.

$$^{\circ}\text{Brix} = 261,6 - \frac{261,6}{\text{densidade do mosto}} \quad (6)$$

Figura 5.6 Remontagem (a) e prensagem (b).



No momento em que a densidade atingiu $1,010 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, realizou-se a descuba (separação do mosto e das partes sólidas da uva) com a abertura da válvula inferior dos reatores fermentativos, e em seguida a prensagem suave das partes sólidas da uva com o auxílio de uma peneira e colher (**Figura 5.6b**).

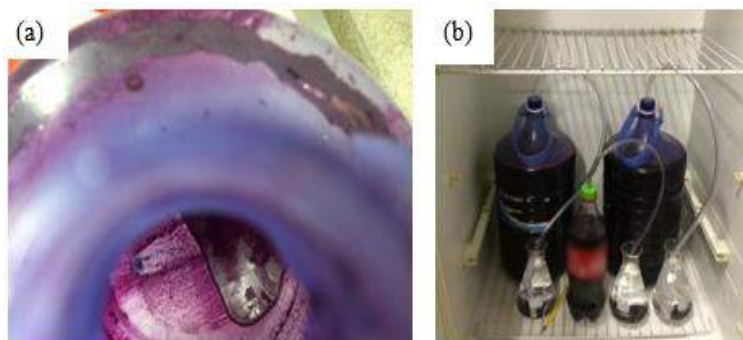
Os volumes dos vinhos foram aferidos e o cálculo da quantidade de açúcar necessária para realizar a etapa chaptalização foi realizada de acordo com a relação de Barnabé (2006), a qual diz que para aumentar 1°GL necessita-se de $1,8^{\circ}\text{Babo}$ ou $18 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ de açúcar. Após a chaptalização, os vinhos foram transferidos para outros recipientes providos de batoques hidráulicos (**Figura 5.7**) e permaneceram nestes por 10 dias visando a liberação do gás da fermentação sem contato com o oxigênio externo.

Figura 5.7 Recipientes providos de batoques hidráulicos.



Transcorrido este período, realizou-se a primeira trasfega, etapa em que o vinho é transferido para outro recipiente separando-se assim do decantado (borra) (**Figura 5.8a**).

Figura 5.8 Borra isolada após a trasfega do vinho (a) e estabilização do vinho (b).



Os vinhos elaborados foram unidos para obtenção de produto homogêneo e novamente divididos em dois volumes iguais. Desta forma, metade dos vinhos foram destinados a inibição da FM, sendo novamente submetidos a etapa de sulfitagem (100 mg de $K_2S_2O_5 \cdot L^{-1}$ de vinho) e em seguida transferidos para recipientes com batoques hidráulicos que apresentassem capacidade e altura que garantissem uma completa dissolução do oxigênio no vinho. Posteriormente, os vinhos foram mantidos em geladeira a 4 °C (**Figura 5.8b**) para estabilização tartárica por 30 dias, estando então aptos para serem caracterizados.

A outra metade dos vinhos foi destinada à indução da FM. Para tanto, os vinhos foram transferidos para outros recipientes providos de batoques hidráulicos e após 10 dias ocorreu a segunda trasfega. Em seguida, ocorreu a inoculação da bactéria ácido láctica *Oenococcus oeni* (10 mg de bactéria $\cdot L^{-1}$ de vinho) e o nutriente específico das bactérias lácticas para a FM Energizer (0,5 mg de energizer $\cdot L^{-1}$ de vinho). A finalização da FM foi monitorada por Cromatografia em Camada Delgada (TLC) utilizando a metodologia descrita por Stamer, Weirs e Mattick (1983). Concluída a FM (20 dias, a temperatura de 20 °C) os vinhos foram novamente trasfegados (terceira trasfega), submetidos a etapa de sulfitagem (100 mg de $K_2S_2O_5 \cdot L^{-1}$ de vinho) e mantidos em geladeira a 4 °C para estabilização tartárica por 30 dias. Após este período, os vinhos ficaram prontos para a realização das análises.

Na **Tabela 5.1** estão apresentadas as características enológicas convencionais parciais determinadas para os vinhos tinto jovens de BRS Violeta.

Tabela 5.1 Resultados das análises enológicas determinadas nos vinhos tintos jovens de BRS Violeta em valores médios (desvio-padrão).

Determinações analíticas	Vinhos Elaborados		Legislação Brasileira^a
	Sem FM	Com FM	
Teor alcoólico (% v/v)	10,90 ± 0,26	10,65 ± 0,21	8,60 - 14
Densidade relativa	0,9854 ± 0,00	0,9857 ± 0,00	-
pH	3,85 ± 0,02	3,77 ± 0,01	-
Acidez total (meq·L ⁻¹ , ácido tartárico)	64,13 ± 1,93	59,75 ± 0,65	40 a 130 meq·L ⁻¹
Acidez volátil (meq·L ⁻¹ , ácido acético ou)	7,13 ± 0,85	7,00 ± 0,00	Máximo de 20 meq·L ⁻¹
Acidez fixa (meq·L ⁻¹)	57	52,75	-
Extrato seco (g·L ⁻¹)	23,64 ± 0,05	22,15 ± 0,01	Mínimo de 21 g·L ⁻¹
Cinzas (g·L ⁻¹)	1,87 ± 0,02	1,74 ± 0,06	Mínimo de 1,5 g·L ⁻¹

^aLimites preconizados pela legislação brasileira (BRASIL, 2018); FM, fermentação malolática.

Segundo a Lei n° 7.678 de 8 de novembro de 1988, que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados de uvas e vinhos, alterada pela Lei n° 10.970 de 12 de novembro de 2004 (BRASIL, 2004), regulamentada pelo Decreto n° 8.198, de 20 de fevereiro de 2014 (BRASIL, 2014), e complementada pela Instrução Normativa N° 14, de 08 de Fevereiro de 2018 (BRASIL, 2018), os vinhos jovens elaborados a partir da uva BRS Violeta enquadram-se como vinho de mesa com teor alcoólico entre 8,6% e 14% em volume. Lago-Vanzela *et al.* (2013), após analisar vinhos elaborados a partir de quatro safras (2009 - 2012) da uva BRS Violeta relataram teor alcoólico maior que o apresentado no trabalho (entre 11,4% e 12,0%). Sabe-se que a densidade relativa está relacionada com o teor alcoólico e os açúcares redutores do vinho, desta forma os valores foram inferiores ao encontrado por Lago-Vanzela *et al.* (2013) (média 0,993), no entanto, a legislação brasileira não estabelece limites para vinhos de mesa.

Em relação a AT, pode-se observar que os valores obtidos dos vinhos BRS Violeta estão compreendidos nos limites estabelecidos pela legislação brasileira (BRASIL, 2018) e abaixo da faixa relatada na literatura para vinhos de uvas não viníferas e seus híbridos (78,53 - 137,8 meqL⁻¹) (DE-CASTILHOS *et al.*, 2013, 2015a,b).

De acordo com Zoecklein *et al.* (1994), a sanidade do vinho está veiculada aos baixos teores de acidez volátil. Os resultados obtidos desta análise estão dentro da faixa preconizada pela legislação brasileira (BRASIL, 2004) e relatada na literatura para vinhos elaborados com uvas não viníferas e seus híbridos (5 - 9,8 meqL⁻¹) (DE-CASTILHOS *et al.*, 2015; DE-CASTILHOS *et al.*, 2013), indicando assim sua qualidade microbiológica aceitável. A legislação não estabelece limites de acidez fixa para vinhos de mesa, porém, os valores de acidez fixa encontrados estão relacionados com AT e volátil e, como estas estão dentro do permitido, os resultados da análise vêm corroborar para a caracterização físico-química do vinho de BRS Violeta.

Os valores de pH dos vinhos foram de aproximadamente 3,8, porém a legislação brasileira não estabelece limites para vinhos de mesa. Dependendo da cultivar ou da variedade empregada para a elaboração do vinho, bem como em função das etapas enológicas empregadas no processo de vinificação, o vinho pode apresentar pH numa faixa entre 3 e 4 (KONTOUDAKIS *et al.*, 2011).

O extrato seco determinado nos vinhos de BRS Violeta apresentaram valores superiores ao relatado por De-Castilhos *et al.* (2013) em vinho de Isabel (20,3 gL⁻¹), e inferior ao relatado por De-Castilhos *et al.* (2016) para o vinho elaborado a partir da cultivar Bordô (29,25 gL⁻¹).

Os valores do teor de cinzas demonstram que as etapas de maceração e prensagem executadas durante o processo de vinificação foram conduzidas de forma correta e que os vinhos produzidos se enquadram dentro dos limites estabelecido pela legislação brasileira, uma vez que se padroniza 1,5 gL⁻¹ como valor mínimo de cinzas (BRASIL, 2004).

A Instrução Normativa n° 14, de 08 de fevereiro de 2018, atualizou os Padrões de Identidade e Qualidade dos vinhos e derivados do vinho, e dentre as análises estão a de corante artificial e edulcorante, estas análises não foram realizadas uma vez que nos vinhos não foram adicionados estes adulterantes. Diante das análises realizadas e dos resultados obtidos, é possível afirmar que os vinhos produzidos se enquadram nos padrões estabelecidos pela legislação brasileira e apresentaram qualidade microbiológica.

4. CONCLUSÃO

Após a elaboração e determinação das análises enológicas nos vinhos tintos jovens de BRS Violeta, com indução e inibição da FM, foi possível observar que ambos os produtos desenvolvidos apresentaram valores semelhantes entre si e dentro dos limites preconizados pela legislação brasileira, demonstrando assim, o potencial da simplificada plataforma de vinificação para a elaboração dos vinhos. Com a apresentação ilustrativa da produção da plataforma de vinificação e a construção de uma cartilha explicativa (**Anexo I**) espera-se estimular pequenos produtores rurais a produzirem vinhos artesanais, o que certamente poderá aumentar sua oferta de produtos desenvolvidos e, por conseguinte, incrementar as possibilidades de aumento de renda e de oportunidades de trabalho. Além disso, a produção de vinho na propriedade rural possibilita para muitos produtores rurais uma satisfação pessoal e um incentivo para manutenção de suas atividades no ambiente rural.

CONCLUSÃO GERAL

A uva BRS Violeta mostrou potencial para produção de vinhos com FA e FM seguido do envelhecimento em carvalho francês contendo ainda uma importante concentração de CF. O vinho com FM apresentou redução da AT quando comparada a acidez determinada no vinho apenas com FA, e com adequada acidez volátil. Dependendo da safra utilizada e do local utilizado para a produção, o vinho apresentou uma concentração de ANT diferente, porém, ainda com cor intensa e atrativa. Pode-se concluir que após a avaliação das alterações qualitativas e quantitativas das principais ANT presentes em vinhos BRS Violeta, tratados com os dois tipos de carvalho (americano e francês) apenas com a FA, durante 180 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C, por meio de CLAE-DAD-SIE-EM/EMⁿ), o vinho tratado com carvalho francês resultou em uma melhora na estabilidade das ANT. Além disso, pode-se observar que vinhos BRS Violeta com inibição e indução da FM, tratados com carvalho granulado francês, e armazenados a 120 dias a 16 °C, 25 °C e 50 °C apresentaram similar evolução das ANT, porém com expressiva degradação de ANT, especialmente com o aumento do tempo e da temperatura. Neste vinho, as ANT cumariladas apresentam importante papel de estabilidade dos compostos. Quanto aos compostos não-antociânicos, todos os vinhos tintos produzidos apresentaram uma ótima estabilidade dos flavonóis, ácidos fenólicos, estilbenos, flavan-3-óis e procianidinas ao longo do tempo de armazenamento, permanecendo praticamente estáveis ou com aumentos pontuais de determinados compostos até o final dos 120 dias, mesmo nas temperaturas de 50 °C.

Para finalização do trabalho com foco na sustentabilidade desta atividade no Noroeste Paulista, a plataforma de microvinificação foi desenvolvida para a produção de vinho de BRS Violeta, seu coproduto foi utilizado para a elaboração de produtos de fácil produção e aceitação, e uma cartilha ilustrativa da produção da plataforma de vinificação e da elaboração de alguns produtos foi elaborada. Vislumbra-se com a finalização este trabalho, no âmbito da formação de recursos humanos, compartilhar experiências que valorizem os produtos desenvolvidos, que aumentem a produtividade e aproveitamento integral da uva e, por conseguinte, que incrementem as possibilidades de aumento de renda, de oportunidades de trabalho e de crescimento econômico para os produtores rurais, melhorando o desenvolvimento socioeconômico da região.

REFERÊNCIAS

ALAMO-SANZA, M. *et al.* Impact of long bottle aging (10 years) on volatile composition of red wines micro-oxygenated with oak alternatives. **LWT - Food Science and Technology**, v. 101, p. 395-403, 2019.

ALANÓN, M. E. *et al.* Enological potential of chestnut wood for aging Tempranillo wines. Part II: Phenolic compounds and chromatic characteristics. **Food Research International**, v. 51, p. 536-543, 2013.

ALBERGARIA, H.; ARNEBORG, N. Dominance of *Saccharomyces cerevisiae* in alcoholic fermentation process: role of physiological fitness and microbial interactions. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 100, p. 2035-2046, 2016.

ALCAIDE-HIDALGO, J. M. *et al.* Influence of malolactic fermentation, postfermentative treatments and ageing with lees on nitrogen compounds of red wines. **Food Chemistry**, v. 103, p. 572- 581, 2007.

ALENCAR, N. M. M. *et al.* Sensory profile and check-all-that-apply (cata) as tools for evaluating and characterizing syrah wines aged with oak chips. **Food Research International**, v. 124, p. 156-164, 2019.

AOAC. Association of official analytical chemists. Official methods of analysis. Washisgton, VA: AOAC, 2005.

AWAN, U. A. *et al.* Hunger, malnutrition and persistent COVID-19 lockdowns: A swift approach is required. **Journal of the Formosan Medical Association**, v. 120, p. 1539-1540, 2021.

BAIANO, A. *et al.* Effect of the treatment with oak chips on color-related phenolics, volatile composition, and sensory profile of red wines: the case of Aglianico and Montepulciano. **European Food Research and Technology**, v. 242, p. 745-767, 2016.

BARCIA, M. T. *et al.* Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry**, v. 159, p. 95-105, 2014.

BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara Rosada e Bordô: análises físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol a partir do bagaço.** 2006. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Campus Botucatu, 2006.

BARTOWSKY, E. J. *Oenococcus oeni* and malolactic fermentation-moving into the molecular arena. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 11, p. 174-187, 2005.

BARTOWSKY, E. J.; BORNEMAN, A. R. Genomic variations of *Oenococcus oeni* strains and the potential to impact on malolactic fermentation and aroma compounds in wine. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 92, p. 441-447, 2011.

- BECH-TERKILSEN, S. *et al.* *Oenococcus oeni*, a species born and moulded in wine: A critical review of the stress impacts of wine and the physiological responses. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 26, p. 188-206, 2020.
- BERES, C. *et al.* Antioxidant dietary fibre recovery from Brazilian *Pinot noir* grape pomace. **Food Chemistry**, v. 201, p. 145-152, 2016.
- BERES, C. *et al.* Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. **Waste Management**, v. 68, p. 581-594, 2017.
- BOULTON, R. B. *et al.* **Teoría y Práctica de La Elaboración Del Vino**. Editorial Acribia, S.A., Zagarosa, Espanha, p. 636, 2002.
- BOULTON, R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 52, p. 67-87, 2001.
- BOULTON, R. The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 31, p. 182-186, 1980a.
- BOULTON, R. The relationships between total acidity, titratable acidity and pH in wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 31, p. 76-70, 1980b.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 10.970**, de 12 de novembro de 2004. 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, Novembro, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 8.198**, de 20 de fevereiro de 2014 (BRASIL, 2014), que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Fevereiro, 2014.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Normativa nº 14**, de 8 de fevereiro de 2018. Estabelecer a Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho e Derivados da Uva e do Vinho, na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, fevereiro, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 360**, de 23 de setembro de 2003. Aprova regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. DOU. Diário Oficial da União, Poder Executivo, DF, Brasília, 2003.
- BRASIL. **RDC nº 54**, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o Regulamento Técnico sobre Informação Nutricional Complementar. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de novembro de 2012.

BROUILLARD, R.; CHASSAING, S.; FOUGEROUSSE, A. Why are grape/fresh wine anthocyanins so simple and why is it that red wine color lasts so long? **Phytochemistry**, v. 64, p. 1179-1186, 2003.

BURNS, T.; OSBORNE, J. P.; EDWARDS, C. G. Impact of malolactic fermentation on red wine color and color stability. **American Journal of Enology & Viticulture**, v. 62, p. 1-20, 2011.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; NACHTIGAL, J. C. **BRS Violeta: Nova cultivar de uva para suco e vinho de mesa**. Comunicado Técnico, Embrapa, n. 63, p. 1-8, 2005. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/541004/1/cot063.pdf>. Acesso em: 23 jan. 2020.

CANAS, S. *et al.* Micro-oxygenation level as a key to explain the variation in the colour and chemical composition of wine spirits aged with chestnut wood staves. **LWT - Food Science and Technology**, v. 154, p. 112658, 2022.

CANO-LÓPEZ, M. *et al.* Oak barrel maturation vs. micro-oxygenation: Effect on the formation of anthocyanin-derived pigments and wine colour. **Food Chemistry**, v. 119, p. 191-195, 2010.

CANO-LÓPEZ, M. *et al.* Sensory descriptive analysis of a red wine aged with oak chips in stainless steel tanks or used barrels: effect of the contact time and size of the oak chips. **Journal of Food Quality**, v. 31, p. 645-660, 2008.

CAPELLO, M. S. *et al.* Linking wine lactic acid bacteria diversity with wine aroma and flavour. **International Journal of Food Microbiology**, v. 243, p. 16-27, 2017.

CARR, F. J.; CHILL, D.; MAIDA, N. The acid lactic bacteria: A literature survey. **Critical Reviews in Microbiology**, v. 28, p. 281-370, 2002.

CASTAÑEDA-OVANDO, A. *et al.* Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**, v. 113, p. 859-871, 2009.

CASTILLO-MUÑOZ, N. *et al.* Flavonol 3-O-glycosides series of *Vitis vinifera* Cv. Petit Verdot red wine grapes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 209-219, 2009.

CEJUDO-BASTANTE, M. J.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I.; PÉREZ-COELLO, M. S. Micro-oxygenation and oak chip treatments of red wines: Effects on colour-related phenolics, volatile composition and sensory characteristics. Part I: Petit Verdot wines. **Food Chemistry**, v. 124, p. 727-737, 2011.

CHASSAING, S. *et al.* Physicochemical studies of new anthocyano-ellagitannin hybrid pigments: about the origin of the influence of oak c-glycosidic ellagitannins on wine color. **European Journal of Organic Chemistry**, v. 1, p. 55-63, 2010.

CHINNICI, F. *et al.* Changes in phenolic composition of red wines aged in cherry wood. **LWT - Food Science and Technology**, v. 60, p. 977-984, 2015.

CHOWDHARY, P. *et al.* Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. **Environmental Pollution**, v. 278, p. 116796, 2021.

COOKE, G. Making table wine at home. Califórnia: University of California, 2004.

CORTE, T. D. *et al.* How to make a mix of low glyceemic index flours for a good Neapolitan pizza for patients with diabetes. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 14, p. 429-462, 2020.

COSTA, T. V. *et al.* Caracterização social e tecnológica da produção de uvas de mesa em pequenas propriedades rurais da região de Jales, SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 766-773, 2012.

COSTA, R. R. *et al.* Trellis systems, rootstocks and season influence on the phenolic composition of 'Chenin Blanc' grape. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 77, p. 1-11, 2020.

CRETIN, B. N.; DUBOURDIEU, D.; MARCHA, A. Influence of etanol contente on sweetness and bitterness perception in dry wines. **LWT - Food Science and Technology**, v. 87, p. 61-66, 2018.

DE-CASTILHO, M. *et al.* Phenolic composition of BRS Violeta red wines produced from alternative winemaking techniques: relationship with antioxidant capacity and sensory descriptors. **European Food Research Technology**, v. 242, p. 1913-1923, 2016.

DE-CASTILHOS, M. B. *et al.* Isabel red wines produced from grape pre-drying and submerged cap winemaking: A phenolic and sensory approach. **LWT - Food Science and Technology**, v. 81, p. 58-66, 2017.

DE-CASTILHOS, M. B. *et al.* Sensory descriptive and comprehensive GC-MS as suitable tools to characterize the effects of alternative winemaking procedures on wine aroma. Part I: BRS Carmem and BRS Violeta. **Food Chemistry**, v. 272, p. 462-470, 2019.

DE-CASTILHOS, M. B. M. *et al.* Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-*Vitis vinifera* red wines. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 54, p. 360-366, 2013.

DE-CASTILHOS, M. B. M. *et al.* Pre-drying and submerged cap winemaking: effects on polyphenolic compounds and sensory descriptors. Part I: BRS Rúbea and BRS Cora. **Food Research International**, v. 75, p. 374-384, 2015a.

DE-CASTILHOS, M. B. M. *et al.* Pre-drying and submerged cap winemaking: effects on polyphenolic compounds and sensory descriptors. Part II: BRS Carmem and Bordô (*Vitis labrusca L.*). **Food Research International**, v. 76, p. 697-708, 2015b.

DE-CASTILHOS, M. B. M. *et al.* Sensory acceptance drivers of pre-fermentation dehydration and submerged cap red wines produced from *Vitis labrusca* hybrid grapes. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 69, p. 82-90, 2016.

DE-CASTILHOS, M. B. M.; MAIA, J. D. G.; GÓMEZ-ALONSO, S.; DEL BIANCHI, V. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Sensory acceptance drivers of pre-fermentation dehydration and submerged cap red wines produced from *Vitis labrusca* hybrid grapes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 69, p. 82-90, 2016.

DELAHAYE, E. P.; JIMÉNEZ, P.; PÉREZ, E. Effect of enrichment with high content dietary fiber stabilized rice bran flour on chemical and functional properties of storage frozen pizzas. **Journal of Food Engineering**, v. 68, p. 1-7, 2005.

DEL-ÁLAMO SANZA, M.; DOMÍNGUEZ, I. N. Wine aging in bottle from artificial systems (staves and chips) and oak woods: Anthocyanin composition. **Analytica Chimica Acta**, v. 563, p. 255-263, 2006.

DEL-ÁLAMO, M. *et al.* Micro-oxygenation strategy depends on origin and size of oak chips or staves during accelerated red wine aging. **Analytica Chimica Acta**, v. 660, p. 92-101, 2010.

DEL-ÁLAMO-SANZA, M. *et al.* Impact of long bottle aging (10 years) on volatile composition of red wines micro-oxygenated with oak alternatives. **LWT - Food Science and Technology**, v. 101, p. 395-403, 2019.

DEL-FRESNO, J. M. *et al.* Application of ultrasound to improve lees ageing processes in red wines. **Food Chemistry**, v. 261, p.157-163, 2018.

DEVI, A.; ANU-APPAIAH, K. A. Diverse physiological and metabolic adaptations by *Lactobacillus plantarum* and *Oenococcus oeni* in response to the phenolic stress during wine fermentation. **Food Chemistry**, v. 268, p. 101-109, 2018.

DIPALMO, T. *et al.* Studying the evolution of anthocyanin-derived pigments in a typical red wine of Southern Italy to assess its resistance to aging. **LWT - Food Science and Technology**, v. 71, p. 1-9, 2016.

ESPITIA-LÓPEZ, J. *et al.* Multivariate study of the evolution of phenolic composition and sensory profile on mouth of Mexican red Merlot wine aged in barrels vs wood chips. **CyTA - Journal of Food**, v. 13, p. 26-31, 2015.

FAO, 2021. **Food loss and waste must be reduced for greater food security and environmental sustainability.** Disponível em: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/1310271/icode/>. Acesso em: abr. de 2021.

FERNANDES, S. S.; FILIPINI, G.; SALAS-MELLADO, M. M. Development of cake mix with reduced fat and high practicality by adding chia mucilage. **Food Bioscience**, v. 42, p. 101148, 2021.

FERNÁNDEZ-PÉREZ, R.; TENORIO-RODRÍGUEZ, C.; RUIZ-LARREA, F. Fluorescence microscopy to monitor wine malolactic fermentation. **Food Chemistry**, v. 274, p. 228-233, 2019.

FERREIRA, F. P. *et al.* **Elaboration of functional brigadeiro of sweet potato, collagen, oat in powder and quinoa.** Congresso Internacional da Agroindústria - CIAGRO 2020.

Disponível em: <https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/1780.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

FILTER, C. F. *et al.* (Coor.). **ANUÁRIO BRASILEIRO DE UVA 2018, 2017**. Disponível em: <http://www.editoragazeta.com.br/anuario-brasileiro-da-uva-2018/>. Acesso em: jan. 2020.

FLEET, G.H. **Wine yeasts for the future**. *FEMS Yeast*, v. 8, n. 7, p. 979-995, 2008.

FREITAS, V.; MATEUS, N. Chemical transformations of anthocyanins yielding a variety of colours (review). **Environmental Chemistry Letters**, v. 4, p. 175183, 2006.

GARCÍA-CARPINTERO, E. G. *et al.* Impact of alternative technique to ageing using oak chips in alcoholic or in malolactic fermentation on volatile and sensory composition of red wines. **Food Chemistry**, v. 134, p. 851-863, 2012.

GARCÍA-ESTÉVEZ, I. *et al.* Understanding the ellagitannin extraction process from oak wood. **Tetrahedron**, v. 71, p. 3089-3094, 2015.

GARCÍA-RUIZ, M.V. *et al.* Comparative study of the inhibitory effects of wine polyphenols on the growth of enological lactic acid bacteria. **International Journal of Food Microbiology**, v. 145, p. 426-431, 2011.

GARRIDO-BAÑUELOS, G. *et al.* Investigating the relationship between cell wall polysaccharide composition and the extractability of grape phenolic compounds into Shiraz wines. Part II: Extractability during fermentation into wines made from grapes of different ripeness levels. **Food Chemistry**, v. 278, p. 26-35, 2019.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins. Characterization and Measurement with UV-Visible Spectroscopy. In: Wrolstad, R. E. (Ed.). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, v. 2, p. 1-13, 2011.

GOCKOWIAK, H.; HENSCHKE, P. A. Interaction of pH, ethanol concentration and wine matrix on induction of malolactic fermentation with commercial 'direct inoculation' starter cultures. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 9, p. 200-209, 2003.

GOLOMBEK, P. *et al.* Impact of UV-C treatment and thermal pasteurization of grape must on sensory characteristics and volatiles of must and resulting wines. **Food Chemistry**, v. 338, p. 128003, 2021.

GONZÁLEZ-CENTENO, M. R.; CHIRA, K.; TEISSEDRE, P. L. Use of oak wood during malolactic fermentation and ageing: Impact on chardonnay wine character. **Food Chemistry**, v. 278, p. 460-468, 2019.

GORDILLO, B. *et al.* Application of the differential colorimetry and polyphenolic profile to the evaluation of the chromatic quality of Tempranillo red wines elaborated in warm climate. Influence of the presence of oak wood chips during fermentation. **Food Chemistry**, v. 141, p. 2184-2190, 2013.

- GORDILLO, B. *et al.* Optimisation of an oak chips-grape mix maceration process. Influence of chip dose and maceration time. **Food Chemistry**, v. 206, p. 249-259, 2016.
- GORTZI, O. *et al.* Effect of artificial ageing using different wood chips on the antioxidant activity, resveratrol and catechin concentration, sensory properties and colour of two Greek red wines. **Food Chemistry**, v. 141, p. 2887-2895, 2013.
- GUERRA, C.C. **Sustentabilidade da produção de vinhos brasileiros: tecnologias para novas regiões vitivinícolas de clima tropical e temperado**. Projeto MP2. Chamada 14/2013. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 2015.
- GUTIÉRREZ-GAMBOA, G. *et al.* Oenological potential and health benefits of Chinese non-*Vitis vinifera* species: An opportunity to the revalorization and to breed new varieties. **Food Research International**, v. 137, p. 109443, 2020.
- HAN, G. *et al.* Determination of the age of dry red wine by multivariate techniques using color parameters and pigments. **Food Control**, v. 129, p. 108253, 2021.
- HE, F. *et al.* Anthocyanins and their variation in red wines I. monomeric anthocyanins and their color expression. **Molecules**, v. 17, p. 1571-1601, 2012.
- HENICK-KLING, T. **Malolactic fermentation**. Chapter 10. In: Fleet, G. H. Wine: Microbiology and biotechnology. Switzerland: Harwood Academic Publishers. 1ª edição, p. 510, 1994.
- HERAS-ROGER, J.; DÍAZ-ROMERO, C.; DARIAS-MARTÍN, J. What Gives a Wine Its Strong Red Color? Main Correlations Affecting Copigmentation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, p. 6567-6574, 2016.
- HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Copigmentación y piranoantocianos. El papel de los flavonoles y los ácidos hidroxicinámicos en el color del vino tinto. **ACE: Revista de enología**, n. 81, p. 2, 2007.
- HERNÁNDEZ, T. *et al.* Influence of wood origin in the polyphenolic composition of a Spanish red wine aging in bottle, after storage in barrels of Spanish, French and American oak wood. **European Food Research and Technology**, v. 224, p. 695-705, 2007.
- HERNÁNDEZ, T. *et al.* Phenolic compounds in red wine subjected to industrial malolactic fermentation and ageing on lees. **Analytica Chimica Acta**, v. 563, p. 116-125, 2006.
- HERNÁNDEZ-ORTE, P. *et al.* Criteria to discriminate between wines aged in oak barrels and macerated with oak fragments. **Food Research International**, v. 57, p. 234-241, 2014.
- HU, Y. *et al.* Determination of antioxidant capacity and phenolic content of chocolate by attenuated total reflectance-Fourier transformed-infrared spectroscopy. **Food Chemistry**, v. 202, p. 254-261, 2016.
- HUANG, Z. *et al.* Identification of anthocyanins in muscadine grapes with HPLC-ESI-MS. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 819-824, 2009.

IBRAVIN, 2018 - **Qualidade marca a safra de 2018 no Rio Grande do Sul**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/Noticia/qualidade-marca-a-safra-de-uva-2018-no-rio-grande-do-sul/367>>. Acesso em: nov. 2019.

ILYAS, T. *et al.* Sustainable green processing of grape pomace for the production of value-added products: An overview. **Environmental Technology & Innovation**, v. 23, p. 101592, 2021.

IORIZZO, M. *et al.* Selection and technological potential of *Lactobacillus plantarum* bacteria suitable for wine malolactic fermentation and grape aroma release. **LWT - Food Science and Technology**, v. 73, p. 557-566, 2016.

IVANOVA-PETROPULOS, V. *et al.* Phenolic compounds and antioxidant activity of Macedonian red wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 41, p. 1- 14, 2015.

IZQUIERDO, P. M. *et al.* Selection of lactic bacteria to induce malolactic fermentation in red wine of *cv.* Cencibel. **Vitis**, v. 43, p. 149-153, 2004.

IZQUIERDO-CAÑAS, P. M.; MENA-MORALES, A.; GARCÍA-ROMERO, E. Malolactic fermentation before or during wine aging in barrels. **LWT- Food Science and Technology**, v. 66, p. 468-474, 2016.

JACKSON, R. S. **Wine science: Principles and applications** (3rd. ed.). San Diego: Academic Press, 2008.

JARAUTA, I.; CACHO, J.; FERREIRA, V. Concurrent phenomena contributing to the formation of the aroma of wine during aging in oak wood: an analytical study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 4166-4177, 2005.

JIAO, J. *et al.* Directed evolution of *Oenococcus oeni* strains for more efficient malolactic fermentation in a multi-stressor wine environment. **Food Microbiology**, v. 73, p. 150-159, 2018.

JU, Y. *et al.* Anthocyanin profiles and color properties of red wines made from *Vitis davidii* and *Vitis vinífera* grapes. **Food Science and Human Wellness**, v. 10, p. 335-344, 2021.

KIST, B. B. *et al.* (Coor.). **ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORT&FRUTI 2021**. Disponível em: <https://www.editoragazeta.com.br/produto/anuario-brasileiro-de-horti-fruti-2021/>. Acesso em: nov., 2021.

KONTOUDAKIS, N. *et al.* Influence of wine pH on changes in color and polyphenol composition induced by micro-oxygenation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 1974-1984, 2011.

KUNKEE, R. E. **Malolactic fermentation**. *Advances in Applied Microbiology*, v. 9, p. 235-279, 1967.

KYRALEOU, M. *et al.* Differentiation of wines treated with wood chips based on their phenolic content, volatile composition, and sensory parameters. **Journal of Food Science**, v. 80, p. 2701-2710, 2015.

KYRALEOU, M. *et al.* Effect of irrigation regime on perceived astringency and proanthocyanidin composition of skins and seeds of *Vitis vinifera* L. cv. Syrah grapes under semiarid conditions. **Food chemistry**, v. 203, p. 292-300, 2016.

LAFON-LAFOURCADE, S.; CARRE E.; RIBEREAU-GAYON, P. Occurrence of lactic acid bacteria during the different stages of vinification and conservation of wines. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 46, p. 874-880, 1983.

LAGO-VANZELA, E. S. **Estudos bioquímicos, físico-químicos e tecnológicos de uvas paulistas**. 211 f. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciências de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto, SP. 2011.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Aging of red wines made from hybrid grape cv. BRS Violeta: Effects of accelerated aging conditions on phenolic composition, color and antioxidant activity. **Food Research International**, v. 56, p. 182-189, 2014.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Chromatic characteristics and color-related phenolic composition of Brazilian young red wines made from the hybrid grape cultivar BRS Violeta (“BRS Rúbea” × “I C 1398-21”). **Food Research International**, v. 54, p. 33-43, 2013.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Phenolic composition of the Brazilian seedless table grape varieties BRS Clara and BRS Morena. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 8314-8323, 2011.

LAGO-VANZELA, E. S.; BAFFI, M. A.; DA-SILVA, R. **Compostos responsáveis pela cor e aromas dos vinhos**. In: Uvas e vinhos: química, bioquímica e microbiologia. São Paulo, Ed. Senac, Editora UNESP, 2015. p. 83-103.

LAN, R. *et al.* Radio frequency reheating behavior in a heterogeneous food: A case study of pizza. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 65, p. 102478, 2020.

LEE, J. E.; HONG, Y. S.; LEE, C. H. Characterization of fermentative behaviors of lactic acid bacteria in grapes wine through ¹H NMR- and GC-based metabolic profiling. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 4810-4817, 2009.

LI, D. *et al.* Health benefits of anthocyanins and molecular mechanisms: Update from recent decade. **Journal Critical Reviews. Food Science and Nutrition**, v. 57, p. 1729-1741, 2017.

LI, N. *et al.* Mutation and selection of *Oenococcus oeni* for controlling wine malolactic fermentation. **Euro Food Research and Technology**, v. 240, p. 93-100, 2015.

LI, X. *et al.* The impact of ultrasonic treatment on blueberry wine anthocyanin color and its In-vitro anti-oxidant capacity. **Food Chemistry**, v. 333, p. 127455, 2020.

LIMA, U. A. *et al.* (Coord). *Biotecnologia Industrial: Processos fermentativos e enzimáticos*. São Paulo: Edgard Blucherv, v. 3, p. 1-43, 2001.

LIU, S. Q.; PILONE, G. J. An overview of formation and roles of acetaldehyde in winemaking with emphasis on microbiological implications. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 35, p. 49-61, 2000.

LOMBARDI, S. J. *et al.* Effect of phenolic compounds on the growth and lmalic acid metabolism of *Oenococcus oeni*. **Journal of Life Sciences**, v. 6, p. 1225-1231, 2012.

LUCIO, O. *et al.* Use of starter cultures of *Lactobacillus* to induce malolactic fermentation in wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 23, p. 15-21, 2017.

MAHAN, B. M.; MYERS, R. J. **Química: um curso universitário**. 4^a. Ed., Editora Edgard Blucher Ltda., São Paulo, 1995; p. 582.

MAICAS, S.; MATEO, J. J. Sustainability of wine production. **Sustainability**, v. 12, p. 1-10, 2020.

MAJERSKA, J.; MICHALSKA, A.; FIGIEL, A. A review of new directions in managing fruit and vegetable processing by-products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 88, p. 207-219, 2019.

MANFROI, L. **Avaliação do processo fermentativo e da composição de vinho merlot elaborado com diferentes espécies de *Saccharomyces*, *Oenococcus* e *Lactobacillus***. 139 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MANNS, D. C.; COQUARD-LENERZ, C. T.; MAKATHARINE-MANSFIELD, A. Impact of processing parameters on the phenolic profile of wines produced from hybrid red grapes Maréchal Foch, Corot noir, and Marquette. **Journal of Food Science**, v. 78, p. 696-702, 2013.

MARIAN, M. S. D.; LICODIEDOFF, S. Aproveitamento da casca da banana para o desenvolvimento de um doce tipo brigadeiro. **Educação, meio ambiente e território 2**, v. 2, p. 9-15, 2019.

MARTÍNEZ-GIL, A. M. *et al.* Effect of size, seasoning and toasting level of *Quercus pyrenaica* Willd. wood on wine phenolic composition during maturation process with micro-oxygenation. **Food Research International**, v. 128, p. 108703, 2020.

MARTÍNEZ-GIL, A. M. *et al.* Volatile composition and sensory characteristics of Carménère wines macerating with Colombian (*Quercus humboldtii*) oak chips compared to wines macerated with American (*Q. alba*) and European (*Q. petraea*) oak chips. **Food Chemistry**, 266, 90-100, 2018.

MARTÍNEZ-PINILLA, O. *et al.* Sensory profiling and changes in colour and phenolic composition produced by malolactic fermentation in red minority varieties. **Food Research International**, v. 46, p. 286-293, 2012.

MATTA, A. P. L. F. *et al.* Produção artesanal de vinho: uma alternativa econômica aos pequenos produtores da zona da mata mineira. Disponível em: <<http://ojs.barbacena.ifsudestemg.edu.br/index.php/PluriTAS/article/view/76/70>>. Acessado em: ago. 2019.

MATURANO, Y. P. *et al.* Inoculation strategies to improve persistence and implantation of commercial *S. cerevisiae* strains in red wines produced with prefermentative cold soak. **LWT - Food Science and Technology**, v. 97, p. 648-655, 2018.

MAZZOCHI, C. L.; IDE, G. M. **Características de alguns vinhos produzidos em Santa Catarina**. Agropecuária Catarinense, v.7, p.17-19, 1994.

MEYER, C. R.; LEYGUE-ALBA, N. M. R. **Manual de Métodos Analíticos Enológicos**. Caxias do Sul, p. 59, 1991.

MHATRE, P. *et al.* A systematic literature review on the circular economy initiatives in the European Union. **Sustainable Production and Consumption**, v. 26, p. 187-202, 2021.

MONAGAS, M.; BARTOLOMÉ, B. Anthocyanins and anthocyanin-derived compounds. In Moreno-Arribas, M.V. Polo M. C. (Eds.). **Wine chemistry and biochemistry** (pp. 439-462). New York: Springer Science + Business Media LLC, 2009.

MORATA, A. *et al.* Cell Wall anthocyanin adsorption by different *Saccharomyces strains* during the fermentation of *Vitis vinifera* L. cv Graciano grapes. **European Food Research and Technology**, v. 220, p. 341-346, 2005.

MORENO-ARRIBAS, M. V. *et al.* Screening of biogenic amine production by lactic acid bacteria isolated from grape must and wine. **International Journal of Food Microbiology**, v. 84, p. 117-123, 2003.

MORENO-ARRIBAS, M. V.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; MARTÍN-ÁLVAREZ, P. J. Evolution of red wine anthocyanins during malolactic fermentation, postfermentative treatments and ageing with lees. **Food Chemistry**, v. 109, p. 149-158, 2008.

MOTA, R. V. *et al.* Caracterização físico-química e amins bioativas da cv. Syrah I - Efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, p. 380-385, 2009.

MUÑOZ-BERNAL, O. A. *et al.* Cardioprotective effect of red wine and grape pomace. **Food Research International**, v. 140, p. 110069, 2021.

NAKOV, G. *et al.* Effect of grape pomace powder addition on chemical, nutritional and technological properties of cakes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 134, p. 109950, 2020.

NATIVIDADE, M. M. P. *et al.* Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665-674, 2013.

NAVARRO, M. *et al.* Oxygen consumption by oak chips in a model wine solution; influence of the botanical origin, toast level and ellagitannin content. **Food Chemistry**, v. 199, p. 822-827, 2016a.

NAVARRO, M. *et al.* Influence of the botanical origin and toasting level on the ellagitannin content of wines aged in new and used oak barrels. **Food Research International**, v. 87, p. 197-203, 2016b.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 3ª edição. Editora Sarvier, São Paulo, SP, Brasil. ISBN: 85-7378-125-4, 2002.

NOGUEIRA, T. Y. K. **Vinho tinto de BRS Violeta jovem e envelhecido com carvalho granulado de duas origens: evolução dos compostos fenólicos, cor e atividade antioxidante**. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciências de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas/ Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2017.

OBERHOLSTER *et al.* Barrel maturation, oak alternatives and micro-oxygenation: Influence on red wine aging and quality. **Food Chemistry**, v. 173, p. 1250-1258, 2015.

OIV - Compendium of international methods of wine and must analysis. 2020.

OIV - OIV 2018 report on the world vitivincultural situation. Disponível em: <https://www.oiv.int/en/oiv-life/oiv-2018-report-on-the-world-vitivincultural-situation>. Acesso em: jan. 2021.

ORTEGA-HERAS, M. *et al.* Differences in the phenolic composition and sensory profile between red wines aged in oak barrels and wines aged with oak chips. **LWT - Food Science and Technology**, v. 43, p. 1533-1541, 2010.

OUGH, C. S.; AMERINE, M. A. **Methods Analysis of Musts and Wines**. Ed. Wiley. 400 p., 1988.

PACHECO, M. *et al.* Multispectral fluorescence sensitivity to acidic and polyphenolic changes in Chardonnay wines - The case study of malolactic fermentation **Food Chemistry**, v. 370, p. 131370, 2022.

PARZANESE, M. (Téc.) Chips de madeira en la elaboración de vino. **Alimentos Argentinos**, 2019.

PEREZ-JIMÉNEZ, M.; CHAYA, C.; POZO-BAYÓN, M. A. Individual differences and effect of phenolic compounds in the immediate and prolonged in-mouth aroma release and retronasal aroma intensity during wine tasting. **Food Chemistry**, v. 285, p. 147-155, 2019.

PIERMARINI, S. *et al.* Real time monitoring of alcoholic fermentation with low-cost amperometric biosensors. **Food Chemistry**, v. 127, p. 749-754, 2011.

PIZARRO, C. *et al.* Experimental design approach to evaluate the impact of oak chips and micro-oxygenation on the volatile profile of red wines. **Food Chemistry**, v. 148, p. 357-366, 2014.

- PRINCIPATO, L. *et al.* Adopting the circular economy approach on food loss and waste: The case of Italian pasta production. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 144, p. 82-89, 2019.
- RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias., 1ª ed, 1ª reimpressão, 599 p. Editora UFV, Viçosa MG, 2009.
- REBELLO, L. P. G. *et al.* Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubea × IAC 1398-21) using HPLC-DAD-ESIMS/MS. **Food Research International**, v. 54, p. 354-366, 2013.
- RENOUF, V.; CLAISSE, O.; LONVAUD-FUNEL, A. Inventory and monitoring of wine microbial consortia. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 75, p. 149-164, 2007.
- RIBEIRO, R. F. *et al.* Profile of bioactive compounds from grape pomace (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) by spectrophotometric, chromatographic and spectral analyses. **Journal of Chromatography B**, v. 1007, p. 72-80, 2015.
- RIBÉREAU-GAYON, P. *et al.* **Handbook of enology. The chemistry of wine** (2nd ed.). Stabilization and treatments, v. 2, New York: John Wiley & Sons, 2006.
- RIVERA, O. M. P. *et al.* Recent trends on the valorization of winemaking industry wastes. **Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry**, v. 27, p. 100415, 2021.
- RIZZON, L. A. **Metodologia para análise de vinho**. Embrapa Uva e Vinho, 2010. p. 120.
- RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1996.
- RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Food Science Technology**, v. 18, p. 179-183, 1998.
- RIZZON, L.A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**. v. 32, n. 3, p. 511-515, 2002.
- SAMOTICHA, J. *et al.* The effects of enzymatic pre-treatment and type of yeast on chemical properties of white wine. **LWT - Food Science and Technology**, v. 79, p. 445-453, 2017.
- SAMPAIO, T. L.; KENNEDY, J. A.; VASCONCELOS, M. C. Use of microscale fermentations in grape and wine research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 58, 534-539, 2007.
- SAMPHAO, A. *et al.* Monitoring of glucose and ethanol during wine fermentation by bienzymatic biosensor. **Journal of Electroanalytical Chemistry**, v. 16, p. 179-188, 2018.
- SÁNCHEZ-CÓRDOBA, C.; DURÁN-GUERRERO, E.; CASTRO, R. Olfactometric and sensory evaluation of red wines subjected to ultrasound or microwaves during their

maceration or ageing stages. **LWT- Food Science and Technology**, v. 144, p. 111228, 2021.

SÁNCHEZ-GÓMEZ, R. *et al.* Study of the role of oxygen in the evolution of red wine colour under different ageing conditions in barrels and bottles. **Food Chemistry**, v. 328, 127040, 2020.

SANZA, M. A. (2006). **Sistema alternativos al envejecimiento en barrica**. Disponível em: <http://www.acenologia.com/ciencia76_03.htm>. Acessado em: jan. 2019.

SETFORD, P. C. *et al.* Mathematical modelling of anthocyanin mass transfer to predict extraction in simulated red wine fermentation scenarios. **Food Research International**, v. 121, p. 705-713, 2018.

SIEBERT, T. E. *et al.* Stable isotope dilution analysis of wine fermentation products by HS-SPME-GC-MS. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, v. 381, p. 937-947, 2005.

SOHAIB HASEEB, B. S. *et al.* What's in wine? A clinician's perspective. **Trends in Cardiovascular Medicine**, v. 29, p.97-106, 2019

SOUZA, E. C. *et al.* Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. **Food Science and Technology**, v. 34, p. 135-142, 2014.

STAMER, J. R.; WEIRS, L. D.; MATTICK, L. R. Thin layer chromatographic (TCL) analysis of malic and lactic acids. **Food Chemistry**. v. 10, p. 235-238, 1983.

STRAPASSON, G. C. **Caracterização e utilização do resíduo de produção de vinho no desenvolvimento de alimentos com propriedade funcional**. 147 f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SUMBY, K. M.; GRBIN, P. R.; JIRANEK, V. Characterization of EstCOo8 and EstC34, intracellular esterases, from the wine-associated lactic acid bacteria *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus hilgardii*. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 114, p. 413-422, 2013.

SUMBY, K. M.; GRBIN, P. R.; JIRANEK, V. Implications of new research and technologies for malolactic fermentation in wine. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 19, p. 8111-8132, 2014.

TALCOTT, S. T.; LEE, J. H. Ellagic acid and flavonoid antioxidant content of Muscadine wine and juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3186-3192, 2002.

TAO, Y.; GARCÍA, J. F.; SUN, D. Advances in wine aging technologies for enhancing wine quality and accelerating wine aging process. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 54, p. 817-835, 2014.

TAVARES, I. M. de C. *et al.* BRS Violeta (BRS Rúbea × IAC 1398-21) grape juice powder produced by foam mat drying. Part I: Effect of drying temperature on phenolic compounds and antioxidant activity. **Food Chemistry**, v. 298, p. 124971, 2019.

- TORRIANI, S.; FELIS, G. E.; FRACCHETTI, F. Selection criteria and tools for malolactic starters development: an update. **Annals of Microbiology**, v. 61, p. 33-39, 2010.
- TORSKANGERPOLL, K.; ANDERSEN, O. M. Colour stability of anthocyanins in aqueous solutions at various pH values. **Food Chemistry**, v. 89, p. 427-440, 2005.
- USSEGLIO-TOMASSET, L. **Química enológica**. 4ª edição. Madrid: Ediciones Mundi Prensa, 1998. 400p.
- VERSARI, A.; PARPINELLO, G. P.; CATTANEO, M. *Leuconostoc oenos* and malolactic fermentation in wine: a review. **Journal of industrial Microbiology and Biotechnology**, v. 23, p. 447-455, 1999.
- VIANA, E. S. *et al.* **Desenvolvimento e caracterização de massa de pizza sem glúten adicionada de farinha de banana verde**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2020. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 116).
- VIVAR-QUINTANA, A. M.; SANTOS-BUELGA, C.; RIVAS-GONZALO, J. C. Anthocyanin-derived pigments and colour of red wines. **Analytica Chimica Acta**, v. 458, p. 147-155, 2002.
- VIVAS, N.; LONVAUD-FUNEL, A.; GLORIES, Y. Effect of phenolic acids and anthocyanins on growth, viability and malolactic activity of a lactic acid bacterium. **Food Microbiology**, v. 14, p. 291-300, 1997.
- WALKER, G. M.; WALKER, R. S. K. Chapter three - enhancing yeast alcoholic fermentations. **Advances in Applied Microbiology**, v. 105, p. 87-129, 2018.
- WANG, S. *et al.* Acetaldehyde released by *Lactobacillus plantarum* enhances accumulation of pyranoanthocyanins in wine during malolactic fermentation. **Food Research International**, v. 108, p. 254-263, 2018.
- WATRELOT, A. A.; WATEHOUSE, A. L. Oak barrel tannin and toasting temperature: Effects on red wine anthocyanin chemistry. **LWT - Food Science and Technology**, v. 98, p. 444-450, 2018.
- WIBOWO, D. *et al.* Occurrence and growth of lactic acid bacteria in wine: A Review. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 36, p. 302-313, 1985.
- ZHANG, B. *et al.* Copigmentation of malvidin-3-*O*-glucoside with five hydroxybenzoic acids in red wine model solutions: Experimental and theoretical investigations. **Food Chemistry**, v. 170, p. 226-233, 2015.
- ZHANG, D.; LOVITT, R. B. W. Performance assessment of malolactic fermenting bacteria *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus brevis* in continuous culture. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 69, p. 658-664, 2006.
- ZIMDARS, S. *et al.* Stilbenes can impair malolactic fermentation with strains of *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus plantarum*. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 72, p. 56-63, 2020.

ZOECKLEIN, B. W. *et al.* **Wine analysis and production.** Chapman & Hall, New York, NY, USA, 1994.

Desenvolvimento de plataforma de microvinificação em vinho tinto

No Estado de São Paulo, na região do Noroeste Paulista, em particular, a produção de vinhos de forma artesanal vem sendo incentivada, há vários anos, por entidades ligadas à agricultura e a pesquisa, no qual inclui nosso grupo da Universidade Estadual Paulista, Campus de São José do Rio Preto (IBILCE/UNESP). Essa atividade permite a geração de renda, empregos, fixação do produtor na atividade primária e para o desenvolvimento rural. Esta cartilha visa apresentar uma plataforma de vinificação em pequena escala utilizando produtos enológicos adequados e de qualidade, porém utilizando equipamentos simples e de baixo custo.





Processo de produção dos vinhos

Elaboração do reator no qual será produzido o vinho

Para construção do reator é necessário adquirir os seguintes itens:

- Dois baldes de plástico atóxico com tampa;
- Duas tampas com diâmetro menor que o do balde;
- Uma torneira e/ou um registro esfera pvc, sendo este último o mais aconselhável em virtude das sementes;
- Um nípel roscável (1”);
- Um batoque hidráulico e, para a mesma finalidade;
- Meio metro de mangueira fina (\varnothing 10 mm) juntamente com um frasco/garrafa de vidro;
- Três ferros, um com o diâmetro externo do nípel, outro com o diâmetro externo do batoque hidráulico ou mangueira e outro para furar a tampa interior.



Modo de fazer

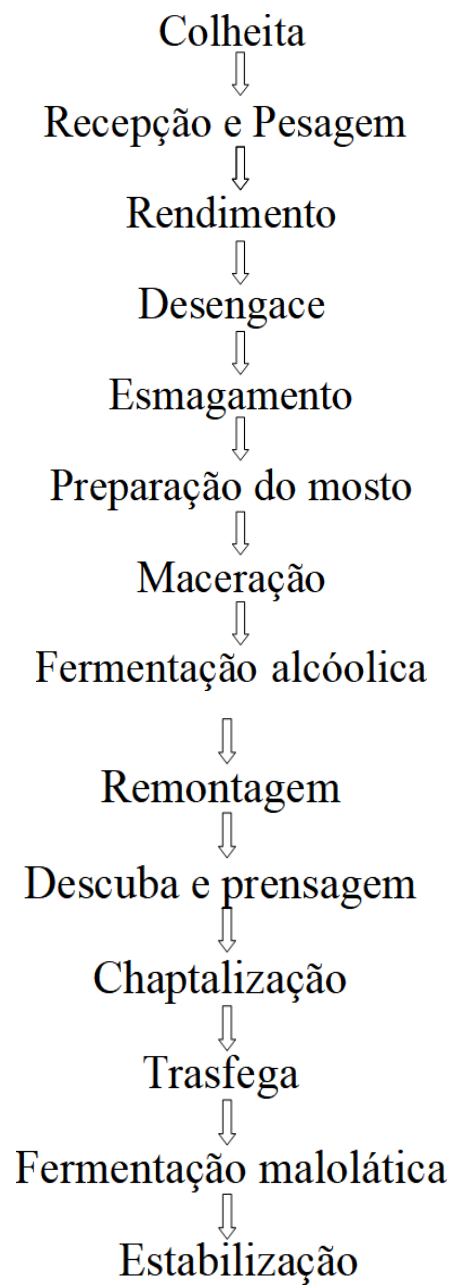
Com o auxílio da chama de um fogão, deve-se aquecer os ferros para perfurar o balde (na parte inferior, com o ferro de maior diâmetro e na tampa, com o ferro de diâmetro menor).

Após obter os furos, na abertura inferior do reator colocar o níquel e/ou registro e na tampa a mangueira e/ou batoque. Além dos reatores conterem airlock e válvula inferior, é necessário construir tampas interiores perfuradas que ficam submersas a uma altura de 2/3 das bases para impedir que as cascas subam e se mantenham macerando com o mosto em fermentação.

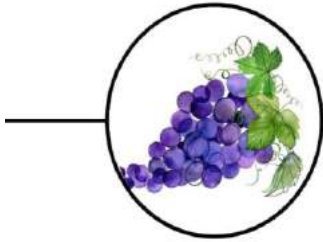
Para tanto, é necessário produzir uma tampa ligeiramente menor que o reator, onde novamente com o auxílio da chama de um fogão, se aquece o ferro (\varnothing 5 mm), e perfura a tampa inúmeras vezes.

Recipientes com batoque hidráulicos de diferentes volumes também são elaborados, na qual, as tampas são perfuradas no ponto central apenas uma vez de acordo com a descrição anterior para passagem da mangueira (\varnothing 10 mm) e frascos/garrafa de vidro também e utilizam para servir como batoque.

Etapas para produção de vinho



Colheita



A variedade/cultivar escolhida como matéria-prima para elaboração do vinho tinto deve apresentar elevados conteúdos de compostos fenólicos e de sólidos solúveis.

A colheita normalmente é realizada de forma manual e de preferência sem ocasionar muitos danos físicos e com o transporte em boas condições sanitárias. Colher somente a uva que já se apresenta no ponto ideal de maturação. Com foco na elaboração de vinhos tintos, deve-se acompanhar a maturação das uvas semanalmente após a fase de início das alterações na coloração das bagas, e duas vezes por semana à medida que se aproxima da colheita, caso isto seja possível.

A avaliação da maturidade de uvas tinta pode ser determinada pelo grau glucométrico da uva visando estimar a quantidade de álcool que poderá ser gerada a partir dos açúcares.

A graduação glucométrica é expressa em teor de açúcar (g) em 100 g de mosto expresso em graus BABO ($^{\circ}$ BABO), ou em teor de sólidos solúveis (SS) em 100g de mosto, no qual aproximadamente 90 % são açúcares, expresso em graus BRIX ($^{\circ}$ BRIX), por meio dos aparelhos chamados mostímetro e refratômetro, respectivamente.

A conversão de °BABO para °BRIX pode ser pela equação: $1^\circ \text{ Brix} = 0,85^\circ \text{ Babo}$. Com os valores de grau glucomérico obtidos da uva é possível estimar o teor de álcool potencial do vinho que será elaborado, em graus Gay Lussac (°GL).

A relação em °BABO e °BRIX para se obter um grau Gay Lussac é então de 1,67 e 1,80, respectivamente, isto é, para cada grau alcoólico que se quiser aumentar no vinho, deve-se adicionar, respectivamente, 1,67 kg ou 1,80 kg de açúcar para cada 100 L de mosto, respectivamente.

Caso não haja nenhum destes recursos para avaliar a maturação da uva, a degustação das bagas e as avaliações de maturação fenólica da uva pode ser empregada, porém requer uma maior experiência do produtor rural.



Recepção, prensagem e rendimento

Na recepção dos cachos de uvas pode-se fazer também uma seleção prévia dos cachos, separando os que contêm podridões, folhas ou materiais distintos da fruta, cachos não maduros e restos de mosto em fermentação por meio de uma mesa de triagem. Após a pesagem é necessário higienizá-los com água corrente para eliminar pequenas sujeiras e/ou insetos.

Desengace e Esmagamento

As bagas das uvas devem ser separadas do engaço de forma manual. Esta etapa é necessária devido o engaço apresentar elevada concentração de taninos que pode conferir sabor adstringente e muito intenso.



O esmagamento da baga é obtido com o auxílio de equipamentos mais rústicos, muitas vezes de madeira. Pode-se também, para uma maior inocuidade do produto adquirir uma máquina desengaçadeira-esmagadeira de pequena vazão.

Preparação do mosto e maceração

Após a uva ser esmagada e desengaçada obtêm-se um mosto de qualidade que será distribuído para os dois reatores fermentativos de 30 L que foram construídos e higienizados previamente. Este mosto contendo as uvas pode ser levemente esmagado novamente de forma manual, permitindo assim, a liberação do mosto fermentativo. Para vinhos tintos, esta maceração pode ocorrer durante a fermentação alcoólica.



Para prevenir o mosto contra reações químicas e/ou bioquímicas indesejáveis, bem como contra contaminação microbiana, as bagas esmagadas foram imediatamente submetidas a etapa de sulfitação. Além disso, esta etapa permite o desenvolvimento de *Saccharomyces cerevisiae*.

Para tanto, é utilizado o composto denominado metabissulfito de potássio (150 mg de $K_2S_2O_5$ /Kg de uva)



- Se as uvas estiverem em boas condições sanitárias, usa-se 5 a 10 g de $K_2S_2O_5$ /100 Kg de uva.
- Caso as uvas tenham passado da época de colheita e as bagas estejam com defeitos ou deterioradas usa-se 15 g de $K_2S_2O_5$ /100 Kg de uva.

Transcorrido 2 horas, deve-se realizar em cada reator fermentativo as etapas de despectinização, com a adição do preparado enzimático pectinolítico (60 mg de preparado enzimático/Kg de uvas), que deve ser adquirido em empresa especializada.

DESPECTINIZAÇÃO



Fermentação alcoólica

Esta etapa consiste da transformação dos açúcares da uva dissolvidos no mosto (glicose e frutose) principalmente em álcool etílico e é realizada principalmente por *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação do mosto pode ser espontânea, pela própria flora presente nas uvas e na vinícola, ou inoculada, mediante a adição de cepas conhecidas.

O mosto deve ser então inoculado com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Mauriferm Y-904) (200 mg de levedura/Kg de uvas) e mantido a temperatura controlada (25 ± 1 °C). Esta levedura é adicionada com a finalidade de favorecer uma fermentação homogênea e deve ser previamente hidratada com água destilada morna a 37 °C, na proporção de dez vezes a sua massa.



Em seguida, realiza-se a maceração, que consiste em deixar as partes sólidas da uva (casca e semente) em contato com o mosto/líquido para incorporar todos os componentes retidos na casca.

Um período de maceração curto (3 a 5 dias) promove a boa coloração ao vinho e permite uma extração moderada de taninos, compostos que trazem a adstringência desejada aos vinhos e podem auxiliar na melhoria da estabilidade da cor ao longo da vida útil.

Remontagem

Para assegurar que não haja formação de bolsões de gás CO_2 entre as cascas que estão submersas no reator, duas vezes ao dia, deve-se realizar remontagens manualmente com o auxílio de uma escumadeira.



Após os 7 dias, sendo aproximadamente 3 dias de fermentação tumultuosa e mais 4 dias de fermentação lenta, deve-se provavelmente observar a finalização da fermentação alcoólica, com base no valor do cálculo ($1,010 - 1,025 \text{ g/cm}^3$) de densidade do mosto e análise do teor de sólidos solúveis, determinadas com um densímetro e com um refratômetro, respectivamente.



Descuba e prensagem

No momento em que a densidade atingir $1,010 \text{ g/cm}^3$, deve-se realizar a descuba (separação do mosto e das partes sólidas da uva) com a abertura da válvula inferior dos reatores fermentativos, e em seguida a prensagem suave das partes sólidas da uva com o auxílio de uma peneira e colher.

O volume de vinho por sua vez pode ser aferido e assim será possível calcular a quantidade de açúcar necessária para realizar a chaptalização.

Chaptalização

A chaptalização é realizada com base na regra de que para aumentar 1 °GL necessita-se de 1,8 °Babo ou 18 g/L de açúcar.

Exemplo:

1,8°Babo = 1°GL = 18 g/L de açúcar

$$15,89 \text{ °Brix} - X \rightarrow X = 13,50 \text{ °Babo}$$

$$1,8 \text{ °Babo} - 1 \text{ °GL}$$

$$13,50 \text{ °Babo} - X \rightarrow X = 7,5 \text{ °GL (\%v/v)}$$

Para chaptalizar para 10 °GL falta
2,5 °GL

$$10 \text{ °GL} - 7,5 \text{ °GL} = 2,5 \text{ °GL}$$

$$1 \text{ °GL} - 18 \text{ g/L}$$

$$2,5 \text{ °C} - X \rightarrow X = 45 \text{ g/L de açúcar}$$

$$45 \text{ g} - 1 \text{ L} \\ X - 6,95 \text{ L (VL)}$$

$$\rightarrow X = 312,75 \text{ g de açúcar}$$

Após a chaptalização, o vinho é transferido para outros recipientes providos de batoques hidráulicos que podem ser produzidos com galões de água vazios de 7 litros, permitindo assim a liberação do gás da fermentação e impedem a entrada do oxigênio, durante 10 dias.



Trasfega

A trasfega é a etapa na qual o vinho é transferido para outro recipiente separando-se assim do decantado (borra), pois esta pode transmitir sabor desagradável.



Os vinhos são transferidos para outros recipientes providos de batoques hidráulicos durante mais 10 dias. Transcorrido este período, os vinhos devem ser trasfegados novamente (Segunda trasfega).



Fermentação malolática

A próxima etapa consiste na inoculação da bactéria ácido láctica *Oenococcus oeni* e o energizer (nutrientes) para que ocorra a fermentação malolática.

Exemplo:

10 mg de bactéria	—	1 L de vinho
	X —	6,95 L de vinho
	└─→	X = 69,5 mg de bactéria
0,5 mg de energizer	—	1 L de vinho
		X — 6,95 L de vinho
X = 3,475 mg de energizer	←	└─

bactéria	} 5 mL de água destilada	} Homogeneizar e deixar em repouso por 30 min.
energizer		

Finalizada a fermentação malolática (10-20 dias, a temperatura de 20 °C), os vinhos devem ser novamente trasfegados (terceira trasfega) e submetidos a etapa de sulfitagem.

10 mg de $K_2S_2O_5$	—	1 L de vinho
	X —	6,95 L de vinho
	└─→	X = 69,5 mg de $K_2S_2O_5$

Estabilização tartárica

A estabilização por frio provoca a formação de cristais dos sais de bitartarato de potássio, que posteriormente são eliminados por precipitação, juntamente com as substâncias corantes instáveis (borras) por emprego de trasfega.



Os vinhos devem ser mantidos em geladeira a 4 °C para estabilização tartárica por 30 dias.

Posteriormente, os vinhos podem ser envasados ou ainda tratados com carvalho para valorizar o produto final.

Tratamento com carvalho

Uma técnica alternativa que crescentemente tem sido aplicada pelos enólogos em todo o mundo é o tratamento dos vinhos com fragmentos de carvalhos. Além de simplificar o processo de envelhecimento em barris, assegura simultaneamente que os componentes de madeira sejam liberados para o vinho.



Os canutilhos de tela de aço inoxidável, com malha de aproximadamente 1mm, podem ser fabricados manualmente para acondicionar os chips de carvalho. Segundo recomendações do fabricante, para cada litro de vinho devem ser utilizados 3 g de chips de carvalho.

Estes canutilhos podem ser inseridos em garrafas plásticas previamente higienizadas e sanitizadas e os vinhos são então inseridos até enchimento total destes recipientes, sem deixar espaço vazio de forma a garantir a ausência de ar no seu interior. Estes vinhos devem ser armazenados em local escuro a 15 °C e duas vezes por dia os galões devem ser agitados manualmente.

Após 30 dias de tratamento, deve-se retirar os chips adicionados aos vinhos, sendo então armazenados sob refrigeração e transferidos para frascos de vidro de cor âmbar.

Instrução normativa - vinho de mesa, vinho fino e vinho nobre

	Mínimo	Máximo
Graduação alcoólica, % v/v a 20°C	8,6	14,0
Acidez total, mEq/L (pH 8,2)	40	130
Acidez volátil, mEq/L	-	20
Ácido cítrico, g/L	-	1,0
Sulfatos totais, expresso sulfato de potássio, g/L	-	1,2
- Para vinhos que passaram por, no mínimo 2 anos de envelhecimento	-	1,5
Cloretos totais, expresso cloreto de sódio, g/L	-	0,2
	Mínimo	Máximo
Cinzas, g/L		
• Vinho tinto	1,5	-
• Vinho branco ou rosado	1,0	-
Extrato seco reduzido, g/L		
• Vinho tinto	21,0	-
• Vinho rosé ou rosado	19,0	-
• Vinho branco	16,0	-
• Álcool metílico, mg/L		
• Tintos	-	400
• Brancos e rosados	-	300
Corante artificial	Ausência	
Edulcorantes	Ausência	

Produtos desenvolvidos com o coproduto gerado do processamento da uva em vinho

Após a produção do vinho, desenvolveu-se produtos a partir da borra triturada, transformando-a assim em um coproduto. As receitas estão apresentadas a seguir:

Bolo

Ingredientes:

3 ovos

½ xícara (chá) de óleo

1 e ½ xícara (chá) de açúcar

100 gramas de coproduto

1 xícara (chá) de farinha de trigo

1 colher (sopa) de fermento

100 gramas de coproduto



Modo de preparo: Em um liquidificador, adicione os ovos e misture. Acrescente o óleo, o açúcar, o coproduto e bata novamente por 5 minutos. Em uma tigela, adicione a mistura e a farinha de trigo (peneirada) e depois misture novamente. Acrescente o fermento e misture lentamente com uma colher. Unte a forma e colocar na forma. Asse em um forno preaquecido a 180° C por aproximadamente 40 minutos.

Massa de pizza

Ingredientes:

200 g de batata doce cozida e amassada

2 colheres (sopa) de farinha de arroz

1/2 colher (sopa) de azeite

1 colher (20 gramas) de coproduto

Sal à gosto

Modo de preparo: Em um recipiente adicione a batata amassada, o sal, o coproduto, a farinha e o azeite, homogeneizando sempre com as mãos. Unte a forma e coloque na forma. Asse em um forno preaquecido a 210° C por aproximadamente 15 minutos. Em seguida, retire a massa do forno e recheie. Novamente leve ao forno por mais 15 minutos.



Doce

Ingredientes:

1 caixa de leite condensado

1 colher (sopa) de margarina sem sal

100g de coproduto

Modo de preparo:

Em uma panela funda, acrescente o leite condensado, a margarina e o coproduto. Cozinhe em fogo médio e mexa até que comece a desgrudar da panela. Deixe esfriar e faça pequenas bolas com a mão.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERINE, M. A.; ROESSLER, E. B. Wines – Their sensory evaluation. San Francisco: W. H. Freeman and Company, p. 432, 1983.

BARNABÉ, D. Produção de vinho de uvas das cultivares Niágara Rosada e Bordô: análise físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol a partir do bagaço. 2006. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Botucatu, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei n° 10.970, de 12 de Novembro de 2004. Altera dispositivos da Lei n° 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, Novembro, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei n° 8.198, de 20 de fevereiro de 2014 (BRASIL, 2014), que dispõe sobre a produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Fevereiro, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Normativa n° 14, de 8 de fevereiro de 2018. Estabelecer a Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho e Derivados da Uva e do Vinho, na forma desta Instrução Normativa e do seu Anexo. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, Fevereiro, 2018.

DE-CASTILHOS, M. B. M. *et al.* Influence of two different vinification procedures on the physicochemical and sensory properties of Brazilian non-Vitis vinifera red wines. **Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 54, p. 360 - 366, 2013.

DE-CASTILHOS, M. B. M. *et al.* Pre-drying and submerged cap winemaking: effects on polyphenolic compounds and sensory descriptors. Part I: BRS Rúbea and BRS Cora. **Food Research International**, v. 75, p. 374 - 384, 2015a.

DE-CASTILHOS, M. B. M. *et al.* Pre-drying and submerged cap winemaking: effects on polyphenolic compounds and sensory descriptors. Part II: BRS Carmem and Bordô (*Vitis labrusca L.*). **Food Research International**, v. 76, p. 697-708, 2015b.

IBRAVIN, 2018 – Qualidade marca a safra de 2018 no Rio Grande do Sul. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/Noticia/qualidade-marca-a-safra-de-uva-2018-no-rio-grande-do-sul/367>>. Acesso em: 06 jul. 2018.

LAGO-VANZELA, E. S.; DA-SILVA, R.; BAFFI, M. A. Compostos responsáveis pela cor e aromas dos vinhos. In: **Uvas e vinhos: química, bioquímica e microbiologia**. São Paulo, Ed. Senac, Editora UNESP, 2015. p. 83 - 103.

MEYER, C. R.; LEYGUE-ALBA, N. M. R. **Manual de métodos analíticos enológicos**. Caxias do Sul: UCS, 1991. 51p.

NOGUEIRA, T. Y. K. **Vinho tinto de BRS Violeta jovem e envelhecido com carvalho granulado de duas origens: evolução dos compostos fenólicos, cor e atividade antioxidante**. 105f. 2016. Dissertação (Mestrado) – Unesp, São José do Rio Preto-SP, 2016.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Chromatic characteristics and color-related phenolic composition of Brazilian young red wines made from the hybrid grape cultivar BRS Violeta (“BRS Rúbea” × “I C 1398-21”). **Food Research International**, v. 54, p. 33 - 43, 2013.

LAGO-VANZELA, E. S. *et al.* Aging of red wines made from hybrid grape cv. BRS Violeta: Effects of accelerated aging conditions on phenolic composition, color and antioxidant activity. **Food Research International**, v. 56, p. 182 -189, 2014.

MATTA, A. P. L. F. *et al.* Produção artesanal de vinho: uma alternativa econômica aos pequenos produtores da zona da mata mineira. Disponível:< <http://ojs.barbacena.ifsudestemg.edu.br/index.php/PluriTAS/article/view/76/70>>. Acessado em: ago. 2018.

MEYER, C. R.; LEYGUE-ALBA, N. M. R. **Manual de Métodos Analíticos Enológicos**. Caxias do Sul, p. 59, 1991.

RIZZON, L. A.; ZANUS, M. C.; MANFREDINI, S. Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1996.

SAMPAIO, T. L.; KENNEDY, J. A.; VASCONCELOS, M. C. Use of microscale fermentations in grape and wine research. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 58, 534 - 539, 2007.

STAMER, J. R.; WEIRS, L. D.; MATTICK, L. R. Thin layer chromatographic (TCL) analysis of malic and lactic acids. **Food Chemistry**. v. 10, p. 235 - 238, 1983.

ZOECKLEIN, B. W. *et al.* **Wine analysis and production**. Chapman & Hall, New York, NY, USA, 1994.