

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação – PPG
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada – PPGHI

BRUNA SILVA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE VIDEIRAS E ENOLÓGICA DE UVAS E
VINHOS FINOS DE INVERNO NA CHAPADA DIAMANTINA-BA**

JUAZEIRO-BA

2023

Universidade do Estado da Bahia – UNEB
Pró-Reitoria de Pesquisa e Ensino de Pós-Graduação – PPG
Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada – PPGHI

BRUNA SILVA COSTA

**CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE VIDEIRAS E ENOLÓGICA DE UVAS E
VINHOS FINOS DE INVERNO NA CHAPADA DIAMANTINA-BA**

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada da Universidade do Estado da Bahia (PPGHI - UNEB/DTCS), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Horticultura Irrigada.

Orientador: Giuliano Elias Pereira

Coorientadores: Marcos dos Santos Lima

Francisco Macêdo de Amorim

JUAZEIRO-BA

2023

FICHA CATALOGRAFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
por Regivaldo José da Silva/CRB-5-1169

C838c Costa, Bruna Silva

Caracterização agronômica de videiras e enológica de uvas e vinhos finos de inverno na Chapada Diamantina-Ba / Bruna Silva Costa. Juazeiro-BA, 2023.
100 fls.: il.

Orientador(a): Prof. Dr. Giuliano Elias Pereira.

Coorientador(a): Prof. Dr. Marcos dos Santos Lima.

Coorientador(a): Prof. Dr. Francisco Macêdo de Amorim.

Inclui Referências

Dissertação (Mestrado Acadêmico) – Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS. Programa de Pós-Graduação em Horticultura Irrigada - PPGHI, Campus III. 2024.

1. Chapada Diamantina. 2. Vitis vinífera L. 3. Compostos fenólicos. 4. Ácidos orgânicos. 5. Tropical de altitude. I. Pereira, Giuliano Elias. II. Lima, Marcos dos Santos. III. Amorim, Francisco Macêdo de. IV. Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais – DTCS. V. Título.

CDD: 634.8

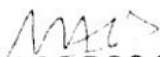
FOLHA DE APROVAÇÃO
"CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE VIDEIRAS E ENOLÓGICA DE UVAS E VINHOS
FINOS DE INVERNO NA CHAPADA DIAMANTINA-BA"

BRUNA SILVA COSTA

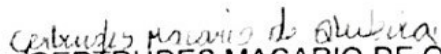
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Horticultura Irrigada – PPHI, em 15 de dezembro de 2023, como requisito FINAL para obtenção do grau de Mestre em Agronomia: Horticultura Irrigada pela Universidade do Estado da Bahia, conforme avaliação da Banca Examinadora:



Professor Dr. GIULIANO ELIAS PEREIRA
UNEB
Doutorado em Oenologie-Ampélogie
Université de Bordeaux 2



Professor Dr. MARCOS DOS SANTOS LIMA
IF SERTÃO
Doutorado em Engenharia de Alimentos
Universidade Federal de Santa Catarina



Professora Dra. GERTRUDES MACARIO DE OLIVEIRA
UNEB
Doutorado em Recursos Naturais
Universidade Federal de Campina Grande



Professor Dr. VITOR PRATES LORENZO
Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos
Universidade Federal da Paraíba

A Deus, força maior, fonte de fé, que me guia, ilumina e protege em todos os momentos. À minha mãe, especialmente, pela presença, amor, carinho, cuidado, força e motivação durante esta jornada. À minha família, em especial aos meus tios, que sempre torceram pela minha vitória. Aos meus avós (in memoriam) e a minha tia (in memoriam), com todo o meu amor, carinho e gratidão.

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, da ciência, do entendimento, e por me conceder saúde, força e sabedoria. Sou grata a Ele por todo cuidado, me guiando e me iluminando em todos os momentos dessa jornada.

A minha mãe, pelo seu amor incondicional, por sempre me incentivar e nunca medir esforços para me ajudar, sempre com palavras de motivação, oração e encorajamento. Obrigada por me compreender, apoiar e guiar minhas decisões nos estudos e na vida. Sou grata por tudo que faz por mim.

Ao professor Dr. Giuliano Elias Pereira, especialmente por ter aceitado me orientar sem nem mesmo me conhecer, pela sua confiança, atenção e dedicação, mesmo com toda distância sempre esteve em prontidão para atender aos meus chamados. Obrigada por proporcionar o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao professor Dr. Marcos dos Santos Lima, pelo apoio, compreensão, incentivo e paciência em me ensinar, corrigir e orientar. Obrigada pelas contribuições acadêmicas, científicas e sugestões, tornando esse trabalho possível, compartilhando comigo seus conhecimentos, ao senhor a minha eterna gratidão.

Ao professor Francisco Amorim, pelos ensinamentos, dedicação, amizade, conversas, por ser tão gentil sempre, e por me orientar durante o estágio docência. Minha gratidão pela sua disponibilidade e principalmente por não medir esforços em ir comigo até Morro do Chapéu em plena pandemia, em busca da matéria prima para realização deste trabalho.

A professora Dra. Gertrudes Macário de Oliveira, pelo auxílio e paciência em me ensinar na obtenção dos dados climáticos, por toda sua contribuição para a realização deste trabalho.

A Universidade do Estado da Bahia (UNEB), pela formação acadêmica.

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia: Horticultura Irrigada (PPGHI), pela oportunidade de realização deste trabalho. Agradeço a todo o corpo docente pelos conhecimentos transmitidos, e também a todos os membros que fazem parte do PPGHI.

Ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IF Sertão-PE), por disponibilizar a sua estrutura para o desenvolvimento deste trabalho.

A Vinícola VAZ, por contribuir com a disponibilização das uvas e dos vinhos utilizados na realização do trabalho.

A Jefferson Mudo, pelo apoio e suporte nas minhas idas a Morro do Chapéu em busca dos vinhos. Obrigada pelo companheirismo, carinho, amor, infinita paciência em todos os momentos, e principalmente por acreditar em mim, no meu potencial.

Ao meu amigo Fábio, pelo apoio Tecnológico, solucionando problemas complexos. Obrigada por ter me socorrido inúmeras vezes, e me fazer acreditar que daria certo.

A equipe do Laboratório de Águas e Bebidas do IF Sertão – *Campus* Petrolina, Debora, Érica, Ana Beatriz, Tainara, e a Prof^a. Ana Júlia, por todo auxílio na realização das análises realizadas no laboratório.

A todos os colegas e amigos da turma de mestrado.

Agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização e conclusão dessa etapa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	12
GENERAL ABSTRACT.....	13
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 A vitivinicultura no Brasil.....	15
2.2 Produção de uvas viníferas através do manejo da dupla poda.....	16
2.3 Os vinhos de inverno	17
2.4 Caracterização das variedades estudadas	18
2.4.1 Chardonnay.....	18
2.4.2 Viognier.....	19
2.4.3 Sauvignon Blanc.....	20
2.4.4 Syrah.....	20
2.4.5 Malbec	21
2.4.6 Pinot Noir	21
2.4.7 Moscato Petit Grain.....	22
2.5 Compostos fenólicos	23
2.5.1 Flavonóides.....	23
2.5.2 Não flavonóides	29
2.6 Ácidos orgânicos em uvas e vinhos.....	32
2.7 Açúcares	34
REFERÊNCIAS	36
CAPÍTULO I.....	46
PERFIL QUÍMICO DE UVAS E VINHOS FINOS COMERCIAIS DA CHAPADA DIAMANTINA, BRASIL: PRIMEIRAS SAFRAS	46
RESUMO	46
ABSTRACT	47
INTRODUÇÃO.....	48
MATERIAL E MÉTODOS.....	50
Amostras.....	50
Vinificação em branco.....	51
Vinificação em tinto	52

Vinificação em rosado	52
Análises clássicas das uvas	52
Obtenção dos extratos das películas das uvas para avaliação do perfil fenólico	53
Análises físico-químicas clássicas da composição dos vinhos	53
Quantificação dos compostos fenólicos individuais por HPLC/DAD	54
Identificação e quantificação de açúcares e ácidos orgânicos em uvas e vinhos	57
Análise estatística	57
RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
Produtividade	58
Análises clássicas das uvas	59
Açúcares e Ácidos orgânicos em uvas	60
Análises clássicas dos vinhos	64
Açúcares e Ácidos orgânicos em vinhos	69
Perfil fenólico das uvas	72
Perfil fenólico dos vinhos brancos e rosados	78
Perfil fenólico dos vinhos tintos	82
Análise de Componentes principais das uvas	88
Análise de Componentes principais dos vinhos	90
CONCLUSÕES	93
REFERÊNCIAS	95

LISTA DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Produção de uvas para processamento e para consumo <i>in natura</i> , no Brasil, em toneladas, 2018/2021	16
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

CAPÍTULO I

Tabela 1. Produtividade (kg/ha) de variedades de videiras cultivadas em Morro do Chapéu, BA, na safra de 2021	58
Tabela 2. Análises clássicas, açúcares e ácidos orgânicos dos mostos das uvas provenientes da Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA	62
Tabela 3. Análises clássicas, açúcares e ácidos orgânicos de vinhos finos comerciais produzidos na Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA.....	67
Tabela 4. Perfil fenólico dos extratos das películas de uvas brancas e tintas provenientes da Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA	73
Tabela 5. Perfil fenólico dos vinhos comerciais produzidos na Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA.....	79
Tabela 6. Perfil fenólico dos vinhos tintos finos da cultivar Malbec produzidos em Morro do Chapéu - BA, Nordeste do Brasil	84

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura química dos flavonóides.....	24
Figura 2 - Estrutura química das antocianinas.....	25
Figura 3 - Estrutura química das catequinas.....	27
Figura 4 - Estrutura química dos flavonóis: quercetina, miricetina e caempferol.....	28
Figura 5 - Estrutura química dos ácidos fenólicos derivados do ácido cinâmico e do ácido benzóico.....	30
Figura 6 - Estrutura química dos isômeros <i>trans</i> -Resveratrol e <i>cis</i> -Resveratrol.....	32

CAPÍTULO I

Figura 1. Dados climáticos mensais de Morro do Chapéu durante o período de estudo (do pintor até a colheita da uva).....	50
Figura 2. Radiação solar global (MJ/m ²) durante o período de estudo em Morro do Chapéu, Chapada Diamantina-BA nas safras de 2020 e de 2021.....	51
Figura 3. Cromatograma com os tempos de retenção dos compostos fenólicos identificados.	56
Figura 4. Análise de componentes principais (PCA) com compostos fenólicos em uvas brancas e tintas produzidas em Morro do Chapéu, Chapada Diamantina-BA.....	90
Figura 5. Análise de componentes principais (PCA) com compostos fenólicos em vinhos comerciais de duas safras, produzidos em Morro do Chapéu, Chapada Diamantina-BA.....	92

CARACTERIZAÇÃO AGRONÔMICA DE VIDEIRAS E ENOLÓGICA DE UVAS E VINHOS FINOS DE INVERNO NA CHAPADA DIAMANTINA-BA

RESUMO GERAL

A Chapada Diamantina, localizada no Nordeste brasileiro, configura o surgimento recente de uma nova região vitícola no país. Nessa região a atividade vitivinícola foi implantada com foco na produção de uvas e vinhos finos, estando os vinhedos localizados a 1.100 m de altitude, em zonas de clima tropical de altitude, com um sistema de produção vitícola com dois ciclos, sendo duas podas e uma colheita por ano, aplicando-se a técnica da dupla poda. O objetivo desse estudo foi realizar uma caracterização agronômica de videiras, avaliar as características físico-químicas, o perfil de compostos fenólicos e os teores dos principais ácidos orgânicos de uvas e vinhos finos oriundos da Chapada Diamantina-BA. As variedades *Vitis vinifera* L. avaliadas foram Sauvignon Blanc, Chardonnay, Viognier e Moscato Petit Grain, entre as brancas, e Syrah, Malbec e Pinot Noir, entre as tintas, tendo as uvas sido colhidas na maturação ideal e os vinhos elaborados de acordo com os protocolos padrões de vinificação para brancos, tintos e rosados. Uvas e vinhos foram analisados quanto à composição físico-química, seguindo os procedimentos da Organização Internacional da Uva e do Vinho. Os dados físico-químicos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste estatístico de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software SISVAR. De acordo com os resultados, a cultivar Malbec foi a mais produtiva, com 4.659 kg/ha. Quanto ao peso médio das bagas o destaque foi para a variedade Moscato Petit Grain, a qual também apresentou o maior volume de mosto. Os dados mostraram que as uvas analisadas apresentaram alto teor de sólidos solúveis totais. Entre os compostos fenólicos quantificados, malvidina 3-*O*-glicosídeo, catequina, epicatequina galato, epigallocatequina galato, procianidina A2 e miricetina foram destaques para a uva Malbec. O vinho Malbec Safra 2021 apresentou maior concentração de malvidina 3-*O*-glicosídeo, miricetina e *cis*-resveratrol em relação ao Malbec Safra 2020. O vinho Chardonnay apresentou maiores concentrações dos ácidos clorogênico e cafeíco quando comparado ao Viognier. Maiores teores de catequina, epicatequina e procianidina B1 foram quantificados nos vinhos rosados. Esta pesquisa demonstrou que as cultivares estudadas produziram uvas com características físico-químicas favoráveis para a elaboração de vinhos finos de qualidade.

Palavras-chave: Chapada Diamantina, *Vitis vinifera* L., compostos fenólicos, ácidos orgânicos, tropical de altitude.

AGRONOMIC CHARACTERIZATION OF VINES AND ENOLOGICAL OF GRAPES AND FINE WINTER WINES IN CHAPADA DIAMANTINA-BA

GENERAL ABSTRACT

Chapada Diamantina, located in the Brazilian Northeast, represents the recent emergence of a new wine-growing region in the country. In this region, winemaking activity was implemented with a focus on the production of grapes and fine wines, with the vineyards located at 1,100 m altitude, in areas with a tropical in altitude climate, with a wine production system with two cycles, two prunings and one harvest per year, applying the double pruning technique. The objective of this study was to carry out an agronomic characterization of vines, evaluate the physical-chemical characteristics, the profile of phenolic compounds and the levels of the main organic acids of grapes and fine wines from Chapada Diamantina-BA. The *Vitis vinifera* L. varieties evaluated were Sauvignon Blanc, Chardonnay, Viognier and Moscato Petit Grain, among the white ones, and Syrah, Malbec and Pinot Noir, among the red ones, with the grapes being harvested at the ideal ripeness and the wines made according to standard winemaking protocols for whites, reds and rosés. Grapes and wines were analyzed for physical-chemical composition, following the procedures of the International Grape and Wine Organization. The physicochemical data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and compared by Tukey's statistical test ($p < 0.05$), using the SISVAR software. According to the results, the Malbec cultivar was the most productive, with 4,659 kg/ha. Regarding the average weight of the berries, the highlight was the Moscato Petit Grain variety, which also presented the highest volume of must. The data showed that the grapes analyzed had a high content of total soluble solids. Among the phenolic compounds quantified, malvidin 3-O-glucoside, catechin, epicatechin gallate, epigallocatechin gallate, procyanidin A2 and myricetin were highlights for the Malbec grape. The 2021 Vintage Malbec wine presented a higher concentration of malvidin 3-O-glucoside, myricetin and cis-resveratrol compared to the 2020 Vintage Malbec. The Chardonnay wine presented higher concentrations of chlorogenic and caffeic acids when compared to Viognier. Higher levels of catechin, epicatechin and procyanidin B1 were quantified in rosé wines. This research demonstrated that the cultivars studied produced grapes with favorable physicochemical characteristics for the production of fine quality wines.

Keywords: Chapada Diamantina, *Vitis vinifera* L., phenolic compounds, organic acids, tropical in altitude.

1 INTRODUÇÃO

A vitivinicultura é uma prática mundial, onde uvas são produzidas e vinhos são elaborados em condições distintas de clima e solo, ou seja, em diferentes “*terroirs*” do mundo. A vitivinicultura é vista como tradicional nos países da Europa, que são denominados de “Velho Mundo”, nessas regiões há predominância de clima temperado, no qual a videira vegeta e produz exclusivamente uma vez ao ano, realizando apenas uma poda e uma colheita (PEREIRA *et al.*, 2018).

Os países do “Novo Mundo” representam as regiões colonizadas pelos países europeus, no qual a vitivinicultura ainda é recente. O Brasil faz parte desse grupo, e se destaca por ser um país que possui regiões vitivinícolas distintas, onde as condições climáticas, os tipos de solos e o manejo da videira são os principais responsáveis por essa diversidade. Assim, os vinhedos brasileiros estão localizados desde a região sul do país até as localizadas próximas à linha do Equador, onde predominam diferentes tipos de clima, podendo ser temperado, tropical, subtropical ou tropical de altitude. Dessa forma, atualmente no Brasil os vinhos são resultantes da elaboração em três macros condições diferenciadas (HOECKEL; FREITAS; FEISTEL, 2017; PEREIRA *et al.*, 2020a; TOLEDO; FERREIRA; RODRIGUES, 2021).

Além da viticultura tradicional, existem também a viticultura tropical e a de inverno. A viticultura tropical com dois ciclos provenientes de duas podas e duas colheitas por ano, que pode acontecer em qualquer período do ano, e mediante o escalonamento das parcelas dos vinhedos. E a viticultura de inverno, também com dois ciclos, onde é realizada a técnica da dupla poda. Sendo uma poda de formação e a outra de produção, e uma colheita por ano, dando origem aos vinhos de inverno. Os vinhos de inverno são produzidos em regiões de clima subtropical e tropical de altitude. Estando os vinhedos da viticultura de inverno situados em regiões de altitudes aproximadas ou acima de 1.000 m de altura em relação ao nível do mar (PEREIRA *et al.*, 2020a).

No Nordeste do Brasil a viticultura de inverno foi recentemente implantada no município de Morro do Chapéu, localizado na Chapada Diamantina, região central do estado da Bahia, onde predomina o clima tropical de altitude. Essa região está situada a 1.100 metros de altitude, no paralelo 11°, com temperatura média anual de 19 °C. Sendo caracterizada por apresentar temperaturas amenas durante o período de maturação das uvas, condição

imprescindível para a síntese de compostos fenólicos nas bagas, que resulta na colheita de uvas com grande potencial enológico. Além disso, nestas condições a viticultura caracteriza-se com dois ciclos vitícolas, na qual a videira se desenvolve através do manejo da dupla poda, resultando em apenas uma colheita de uvas por ano, as quais originam os vinhos de inverno (OLIVEIRA *et al.*, 2019; TONIETTO *et al.*, 2020).

A viticultura foi implantada no ano de 2011 na região da Chapada Diamantina, no município de Morro do Chapéu-BA, com diferentes cultivares *Vitis vinifera* L. em testes iniciais de adaptação, sendo Cabernet Sauvignon, Malbec, Pinot Noir e Syrah, como variedades de uvas tintas, e Chardonnay e Sauvignon Blanc como uvas brancas (TORRES *et al.*, 2013). A região citada possui dois polos vitícolas em desenvolvimento, um em Morro do Chapéu e outro em Mucugê. Os primeiros vinhos comerciais da região foram lançados no mercado entre os anos de 2020 e 2021.

Estudos relacionados à caracterização físico-química de uvas provenientes da Chapada Diamantina, destinadas a elaboração de vinhos finos já foram realizados por Torres *et al.* (2013) de forma experimental, bem como o estudo do perfil químico e fenólico da uva e do vinho da cultivar Syrah realizados por Oliveira *et al.* (2019), também em caráter experimental.

Contudo, estudos relacionados à composição fenólica de uvas e vinhos comerciais são necessários para avaliar as características dos vinhos de inverno produzidos no Nordeste brasileiro, de forma a caracterizar a qualidade e a tipicidade dos produtos comerciais. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar as características agrônômicas das videiras, e determinar o perfil físico-químico e fenólico de sete variedades de uvas *Vitis vinifera* L. na safra de 2021, bem como o perfil químico e fenólico dos primeiros vinhos comerciais produzidos na Chapada Diamantina nas safras de 2020 e 2021.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A vitivinicultura no Brasil

A vitivinicultura apresenta uma grande importância socioeconômica para o Brasil, esta prática conseguiu se consolidar no país e crescer economicamente a partir do final do século XIX, além disso, está em crescente ascensão, pois a sua produção ocorre de forma muito ampla por todo o país e ainda possui um enorme mercado consumidor a ser alcançado. No Brasil o surgimento de novos polos vitivinícolas ocorre a cada momento, desde as regiões Sul até o Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste do país, que torna a vitivinicultura uma atividade econômica nessas regiões (MELLO, 2015; ZANUS, 2015).

No Brasil, a viticultura tradicional desenvolvida em condições temperadas, adere normalmente, os mesmos procedimentos praticados em países tradicionais no cultivo da videira. Todavia, a viticultura tropical, a subtropical de altitude e a tropical de altitude modalizam a geografia mundial de vinhos, bem como a nacional, pois reúnem sistemas de produção característicos e originais, ao mesmo tempo com identidades e qualidades inerentes. Dessa forma, os “*terroirs*” da viticultura brasileira são bastante diversificados, e fazem com que o Brasil esteja em evidência com relação à inovação no setor vitivinícola (COSTA *et al.* 2012; PEREIRA *et al.*, 2020a).

A viticultura no Brasil ocupa atualmente uma área de 75.007 hectares, a qual abrange a produção de uvas para o consumo *in natura* e para o processamento. No que concerne a produção de uvas para o processamento no país, o maior volume é destinado para a elaboração de suco e vinho de mesa, sendo o restante destinado para a produção de vinhos finos (MELLO & MACHADO, 2022).

De acordo com os dados do panorama da vitivinicultura brasileira, no ano de 2021 a produção nacional de uvas para o processamento (vinhos, sucos e derivados) foi de 816.077 milhões de quilos (Tabela 1), representando 48,07% da produção total de uvas no país. Em contrapartida a maior parte da produção foi destinada para o consumo *in natura*, que corresponde a 51,93% (MELLO & MACHADO, 2022).

No que concerne a produção de vinhos, neste mesmo ano, somente no Rio Grande do Sul a produção de vinhos elaborados a partir de cultivares da espécie *Vitis vinifera* L. refere-se a 43,47 milhões de litros, todavia, o maior volume foi de 173,89 milhões de litros, sendo

estes originários de uvas da espécie *Vitis labrusca* e híbridos (MELLO & MACHADO, 2022).

Tabela 1. Produção de uvas para processamento e para consumo *in natura*, no Brasil, em toneladas, 2018/2021.

Determinação	Ano			
	2018	2019	2020	2021
Processamento	818.287	698.045	661.820	816.077
Consumo <i>in natura</i>	773.995	747.660	754.578	881.603
Total	1.592.242	1.445.705	1.416.398	1.697.680

Fonte: Mello & Machado, 2022.

2.2 Produção de uvas viníferas através do manejo da dupla poda

A viticultura dos vinhos de inverno é caracterizada por apresentar dois ciclos vitícolas, onde se realizam duas podas na videira por ano, uma de formação e outra de produção, e apenas uma colheita por ano, a qual é realizada durante a estação de inverno, onde se caracteriza o período mais seco, com baixo índice de chuvas durante essa época. Na técnica da dupla poda ou poda invertida as videiras são podadas em agosto, assim como acontece na viticultura tradicional, onde é realizada uma poda curta de formação de ramos, assim é deixado nas plantas somente esporões com uma gema (PEREIRA *et al.*, 2020a).

Contudo, entre os meses de outubro e novembro ocorre a eliminação dos cachos, em seguida entre os meses de janeiro e fevereiro é efetuada a poda de produção, logo após, ocorre à quebra da dormência das gemas devido à aplicação de cianamida hidrogenada. Assim uma nova brotação será iniciada, assegurando uma produção uniforme. Portanto, durante o período de inverno, o qual ocorre entre junho e agosto acontece à colheita das uvas, sendo que esta depende das variedades, as quais podem ser precoces, intermediárias ou tardias (PEREIRA *et al.*, 2020a).

Assim, a técnica da dupla poda tem como objetivo permitir o desenvolvimento e a maturação das uvas no período que compreende o outono-inverno, o qual é propício para a colheita de uvas com bons índices de qualidade fisiológica e sanitária. Além disso, essa

técnica também permite modificar a época da colheita, a qual pode ocorrer nos meses de junho a agosto (BRANT; FIGUEREDO; MOTA, 2018).

2.3 Os vinhos de inverno

No Brasil a viticultura de inverno está estabelecida em regiões que apresentam clima tropical de altitude e subtropical de altitude, as quais estão situadas próximo ou superior a 1.000 m em relação ao nível do mar, tendo sido inicialmente implantada no sul do Estado de Minas Gerais e no norte de São Paulo nos quais predomina o clima subtropical, sendo amplificada para as outras regiões dos demais Estados, como a Chapada Diamantina localizada na região central do Estado da Bahia, onde há predominância do clima tropical de altitude, bem como a implantação nos Estados do Rio de Janeiro, no Distrito Federal, em Goiás e no Mato Grosso (PEREIRA *et al.*, 2020a).

As regiões produtoras da viticultura dos vinhos de inverno são caracterizadas por apresentarem clima com temperaturas quentes durante o dia, temperaturas frias durante a noite e baixo índice de precipitação pluviométrica no período em que ocorre a maturação das uvas (TONIETTO *et al.*, 2020). Dessa forma, alta altitude e a estação do ano (inverno) são fatores fundamentais para a maturação e a colheita das uvas durante a época de cessação das chuvas, tendo uma precipitação pluviométrica baixa ou quase nula, que proporcionam um desenvolvimento fisiológico específico à videira, possibilitando à obtenção de uvas sãs e um período de maturação prolongado, que é propício para a manutenção da acidez, igualmente para a concentração máxima de compostos voláteis e de polifenóis (PEREIRA *et al.*, 2020a).

Sendo assim, essas características dão origem aos vinhos de inverno, sendo estes vinhos brancos, rosados e tintos tranquilos, assim como espumantes naturais, os quais são produzidos nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste brasileiro, que compreendem os estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo, Distrito Federal, Goiás e Bahia, nas quais as condições climáticas, correlacionadas à altitude, viabilizam o manejo da técnica da dupla poda (TONIETTO *et al.*, 2020; PEREIRA *et al.*, 2020a).

A viticultura de inverno está estabelecida em 12 regiões vitivinícolas, em diversos municípios, os quais estão localizados em vários estados do país, em zonas de altitude podendo atingir até 1.300 m de altura em relação ao nível do mar, entre as latitudes 11°S e

23°S, em diferentes tipos de clima, podendo ser subtropical ou tropical de altitude, além disso, a viticultura de inverno apresenta uma área plantada maior que 350 ha, com videiras destinadas à produção de vinhos de inverno (TONIETTO *et al.*, 2020).

A Associação Nacional de Produtores de Vinhos de Inverno (ANPROVIN) considera “vinhos finos de inverno” exclusivamente os vinhos que são produzidos com variedades de uvas da espécie *Vitis vinifera* L., oriundas de videiras que tenham passado pelo manejo da dupla poda, onde as uvas serão colhidas durante o período de inverno, estando os vinhedos instalados nos diferentes Estados do Brasil, e apresentem qualidade e características próprias vinculadas aos locais de produção (TONIETTO *et al.*, 2020).

2.4 Caracterização das variedades estudadas

As cultivares *Vitis Viniferas* L. foram provenientes de Morro do Chapéu, na Chapada Diamantina, e foram colhidas para elaboração dos vinhos de inverno. As cultivares ‘Chardonnay’, ‘Sauvignon Blanc’, ‘Viognier’ e ‘Moscato Petit Grain’, entre as variedades brancas e ‘Malbec’, ‘Pinot Noir’ e ‘Syrah’, entre as cultivares tintas, foram colhidas ao atingir o estágio de maturação. As análises básicas de pH, sólidos solúveis e acidez titulável foram realizadas para as amostras das sete variedades de uvas. Os valores variaram de 3,21 a 3,48 (pH); 17,63 a 22,56 °Brix (Sólidos Solúveis Totais); e 8,85 a 12,35 g.L⁻¹ de ácido tartárico (Acidez Titulável).

É importante salientar a escassez de estudos relacionados à caracterização de algumas das cultivares de videiras citadas acima aplicando a técnica da dupla poda na região da Chapada Diamantina, como a Viognier, a Malbec e a Pinot Noir, verificando-se dessa forma a insuficiência de resultados dessas videiras manejadas nestas condições no Nordeste brasileiro.

2.4.1 Chardonnay

A cultivar ‘Chardonnay’ é originária da região de Borgonha, na França, sendo considerada a melhor variedade de uva para a elaboração de vinho branco nos locais em que é cultivada, devido à qualidade dos seus vinhos, sendo muito utilizada em corte com a ‘Pinot

Noir’ para a produção dos espumantes da região de Champagne. No Brasil, foi introduzida inicialmente em São Roque, SP, e posteriormente no Rio Grande do Sul, onde adaptou-se muito bem ao “*terroir*” da Serra Gaúcha, originando vinhos finos varietais, assim como vinhos espumantes (CAMARGO *et al.*, 2016).

De acordo com Mello e Machado (2017), entre as cultivares *Vitis viniferas* L. brancas, a ‘Chardonnay’ representa a segunda maior área plantada destinada a elaboração de vinhos e espumantes. Além disso, é a variedade que apresentou o maior incremento de área plantada entre as uvas brancas finas introduzidas recentemente no Brasil. Estudos realizados em distintos municípios da Mantiqueira evidenciaram que o cultivo de videiras ‘Chardonnay’ destinada a produção de vinhos espumante em regiões de altitude, apresentaram excelente comportamento, alcançando níveis de maturação apropriados quando comparados com as regiões produtoras desses vinhos no Sul do país (PEREIRA *et al.*, 2020b).

Essa variedade é medianamente vigorosa e produtiva, de brotação precoce, seus cachos são pequenos, de formato cilíndrico-cônico e compacto, as bagas pequenas, ovaladas, de coloração verde-amarelada, produzindo vinhos bem equilibrados, que apresentam aromas característicos de frutas cítricas e tropicais, incluindo notas que recordam maçã, pêssego e melão (JACKSON, 2008).

2.4.2 Viognier

A cultivar ‘Viognier’ é originária da região Norte do Vale do Rhône, na França, geralmente é conduzida com poda relativamente longa, apresenta brotação precoce, propensa a baixa fertilidade e, conseqüentemente, baixa produção. Videiras da cv. ‘Viognier’ necessitam de boa drenagem, pois normalmente são cultivadas em solos ácidos, além disso, adaptam-se muito bem a solos profundos (JACKSON, 2008).

Essa casta apresenta bagas pequenas, ovaladas e aromáticas, originando vinhos brancos de acidez equilibrada e bastante aromáticos, apresentando notas frutadas que recordam pêssego e damasco, além disso, os vinhos dessa variedade devem ser consumidos ainda jovens, pois amadurece muito rápido, o que pode reduzir o seu frescor, os seus aromas e a sua atratividade (JACKSON, 2008).

2.4.3 Sauvignon Blanc

A cultivar ‘Sauvignon Blanc’ é originária da região de Bordeaux, na França, é conceituada como uma das principais uvas brancas finas do mundo, ancestral da ‘Cabernet Sauvignon’ (JACKSON, 2008). Videiras dessa variedade geralmente são plantas vigorosas, de brotação lenta e maturação satisfatória, contudo, esta cultivar apresenta cachos pequenos, cilíndricos e compactos, as bagas são pequenas, ovaladas e de coloração verde-clara (CAMARGO & DIAS, 1986; BUENO, 2010).

Vinhos produzidos com essa cultivar apresenta aroma herbáceo/vegetal, como gramínea, aspargos e pimenta verde, assim como aroma de frutas tropicais, como maracujá e toranja, além disso, no paladar costumam serem leves, refrescantes e de acidez pronunciada (COETZEE & DU TOIT, 2012).

2.4.4 Syrah

A cultivar ‘Syrah’ é uma das variedades mais antigas cultivadas, referências apontam que seria originária da Pérsia, na região de Schiraz. Ela é cultivada há muito tempo na França, tendo o seu cultivo ampliado para outros países, incluindo o Brasil, onde têm mostrado um aumento na sua área de cultivo devido a sua boa adaptação as regiões de climas mais quentes (CAMARGO *et al.*, 2016; PEDRO JÚNIOR & HERNANDES, 2019).

No Nordeste brasileiro, nas condições semiáridas do Vale do São Francisco essa cultivar apresenta excelente comportamento, assim como tem mostrado bons resultados de produção nas regiões do Sul de Minas Gerais e do Nordeste de São Paulo. No entanto, nas condições ambientais do Rio Grande do Sul o seu cultivo faz-se dificultoso por apresentar grande sensibilidade à podridão do cacho (CAMARGO *et al.*, 2016; PEDRO JÚNIOR & HERNANDES, 2019).

Esta cultivar apresenta cachos medianos, compactos e cilíndricos, suas bagas são pequenas, ovaladas e de coloração negro-azulada, além disso, é uma variedade bastante vigorosa e produtiva, resultando em vinhos de cor intensa, aromas frutados de framboesa e groselha bastante pronunciados, e gosto marcante, além disso, possuem alto potencial para envelhecimento (JACKSON, 2008; LEÃO *et al.*, 2009).

De acordo com Favero *et al.* (2008), a cultivar ‘Syrah’ responde bem a técnica da dupla poda, demonstrando bons índices de desenvolvimento, produção e qualidade no ciclo de inverno, os quais são suficientes para possibilitar o cultivo na região Sul de Minas Gerais, onde a amplitude térmica e a baixa precipitação, que são características do período da colheita de inverno favorecem a colheita de uvas com boa qualidade.

2.4.5 Malbec

A cultivar ‘Malbec’ é de origem francesa, da região de Bordeaux, porém quase foi extinta no ano de 1950 devido a geadas. Em torno de 1955 foi introduzida na Argentina, onde encontrou excelentes condições de clima e solo para o seu cultivo, sendo umas das castas mais cultivadas na região de Mendoza (BUENO, 2010). No Brasil é cultivada especialmente no Rio Grande do Sul, contudo, o seu cultivo ainda é escasso em outras regiões vitícolas do país (SILVA *et al.*, 2008).

A cultivar ‘Malbec’ apresenta cachos medianos, alados, piramidais e soltos. Suas bagas são esféricas, de tamanho médio a grande, coloração escura e maturação precoce, além disso, suas bagas contêm bastante polpa e apresentam sabor adocicado (SILVA *et al.*, 2008). Esta variedade dá origem a vinhos de cor vermelho violeta intensa, encorpados, que apresentam boa acidez, amargor e adstringência (BUENO, 2010; SILVA *et al.*, 2020).

2.4.6 Pinot Noir

A cultivar ‘Pinot Noir’ é originária da região de Borgonha, na França, possui grande destaque na região de Champagne, onde juntamente com a cv. ‘Chardonnay’ originam os vinhos espumantes desta localidade. No Brasil, foi introduzida inicialmente no Rio Grande do Sul, onde é utilizada para a elaboração de vinho tinto varietal, bem como para vinhos espumantes. Todavia, o seu cultivo torna-se de difícil adaptação devido às condições climáticas desta região, pois essa casta possui grande susceptibilidade a podridão ocasionada pela *Botrytis cinerea* e pelas demais podridões da uva (CAMARGO *et al.*, 2016).

É uma variedade de ciclo precoce, o que a torna muito propagada em diversos países da Europa, é adaptada às zonas de clima temperado, onde em regiões de clima quente a

maturação das uvas é ligeiramente alcançada. Em condições favoráveis produz vinho tinto de alta qualidade e tipicidade, porém, caso ocorra chuva no período de maturação das bagas, fato comum na região Sul do Brasil, o vinho perde algumas das suas características varietais (JACKSON, 2008; STERNAD LEMUT *et al.*, 2011; CAMARGO *et al.*, 2016).

Contudo, é uma cultivar pouco vigorosa e produtiva, apresenta cacho pequeno e compacto, bagas pequenas, ovaladas, de coloração escura, acidez elevada e sabor neutro, vinhos dessa variedade são delicados e elegantes, de cor vermelha clara e apresentam como descritores aromáticos frutas vermelhas e especiarias (JACKSON, 2008; FERRARI & SILVA, 2018).

2.4.7 Moscato Petit Grain

A cultivar ‘Moscato Petit Grain’, conhecida como ‘Muscat Blanc à Petits Grains’, é de origem grega, sendo cultivada em todo o Mediterrâneo, além de ser bastante difundida no leste da Europa e em algumas regiões do Noroeste da Itália. As suas uvas originam vinhos doces e secos, os quais apresentam frescor e aromas florais característicos (VERZERA *et al.*, 2021).

A cultivar ‘Moscato Petit Grain’ apresenta cachos medianos, cilíndricos, longos e retos, suas bagas são esféricas, de tamanho médio a grande e de cor amarelo-âmbar, além disso, suas bagas contêm polpa firme e suculenta, e apresentam sabor adocicado. Uvas dessa variedade originam vinhos secos e doces, que são tipicamente caracterizados pelo seu frescor e pelos seus aromas florais. Geralmente os vinhos elaborados a partir de uvas moscatéis possuem intensidade aromática elevada (aromas frutados e florais), baixa acidez e apresentam elevada persistência de sabor (GUERRA & ZANUS, 2004).

Videiras dessa variedade são muito vigorosas, apresentam amadurecimento precoce, e origina uvas com grande intensidade de açúcares. Essa casta adaptou-se muito bem ao clima mediterrâneo, e tem sido muito cultivada em regiões onde predominam verões quentes, invernos frios e baixo índice de precipitação, que favorecem o perfil aromático das uvas (CRESPO *et al.*, 2018).

2.5 Compostos fenólicos

As uvas são conhecidas como uma grande fonte de compostos fenólicos quando comparadas a outras frutas e vegetais, todavia, as diferenças entre as cultivares, resultam em uvas com características distintas em relação à coloração e ao sabor das uvas, o que influencia diretamente no conteúdo e no perfil fenólico das bagas (MOREIRA *et al.*, 2017).

Os compostos fenólicos são sintetizados nas plantas durante o metabolismo secundário das mesmas, esse processo ocorre através de diferentes rotas metabólicas, sendo duas rotas consideradas como principais, a via do ácido chiquímico e a via do ácido malônico. São essenciais para o seu crescimento e reprodução e também para os mecanismos de defesa, haja vista que possuem características biológicas significativas (atividade antimicrobiana, antiinflamatória e vasodilatadora) sendo destacadas suas propriedades antioxidantes. Além disso, formam-se em condições de estresse como infecções, ferimentos, radiações UV, dentre outros (ANGELO & JORGE, 2007; CORREIA, 2014; GRANATO *et al.*, 2016).

Estes compostos, de maneira simples, são divididos em dois grupos: os flavonóides (antocianinas, flavonóis e flavanóis) e os não-flavonóides (ácidos hidroxibenzóicos, ácidos hidroxicinâmicos e estilbenos), e normalmente estão presentes na película, na polpa e nas sementes das uvas. Na película encontram-se as antocianinas, os flavonóides, os estilbenos, e os ácidos benzóico e cinâmico, na polpa encontram-se mais presentes os flavonóides e os ácidos fenólicos benzóicos, já nas sementes encontram-se os flavanóis e ácido gálico. A concentração dos polifenóis diferencia de acordo com os fatores de produção da planta, cultivar, manejo da videira, maturação da baga no momento da colheita, condições climáticas e de solo, clone, dentre outros fatores (GARRIDO & BORGES, 2013; GRANATO *et al.*, 2016; AUBERT & CHALOT, 2018).

2.5.1 Flavonóides

Os flavonóides são constituídos pela ligação de derivados sintetizados a partir da fenilalanina (via metabólica do ácido chiquímico) e ácido acético. Onde, primeiramente, a fenilalanina é convertida em ácido cinâmico, pela ação da fenilalanina amônio liase, enzima que liga o metabolismo primário (via do ácido chiquímico) e o secundário (fenilpropanóides).

O ácido cinâmico é hidrolisado a ácido cumárico (C9), o qual é convertido em 4-cumaroil-CoA e este é condensado a três unidades de malonil-CoA (C2), originando a chalcona (C15), a qual dá origem a todos os flavonóides (WINKEL-SHIRLEY, 2001).

A existência de compostos flavonóides em uvas e vinhos é alterada de acordo com fatores ambientais, condições climáticas, formas de cultivo, características de processamento, recipiente de armazenamento, entre outros fatores. Estes compostos, geralmente, possuem moléculas de oxigênio e são ligados por um tipo de açúcar, assim, são chamados de heterosídeos. Quando os heterosídeos são ligados pelo átomo de carbono recebem a nomenclatura de C-heterosídeo, e quando agrupados pela hidroxila (OH), são nomeados de O-heterosídeos. Os flavonóides (Figura 1) são encontrados principalmente na forma de antocianinas, flavonóis, catequinas, flavonas, flavanonas, e isoflavonas (HIPOLITO-REIS, 2008; SIMÕES *et al.*, 2017).

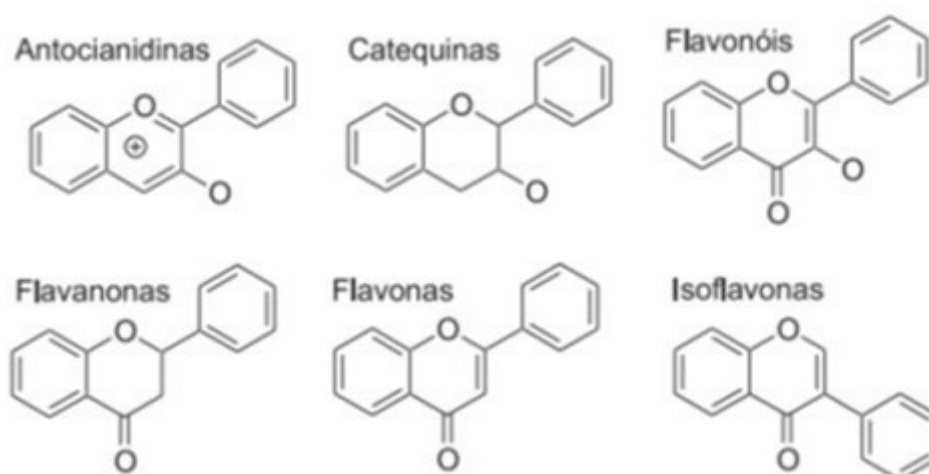


Figura 1 - Estrutura química dos flavonóides.

Fonte: Sena, 2017.

2.5.1.1 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos importantes, pertencentes à classe dos flavonóides. O termo antocianina (do grego *anthos* = flores; *kianos* = azul) foi proposto em 1835 por Marquat, referindo-se a pigmentos que são responsáveis pela maioria das cores roxa, azul e

por todos os tons de vermelho encontrados em raízes, caules, algumas folhas, flores e frutos de plantas. Além disso, são compostos solúveis em água e em mistura de água e álcool, insolúveis em óleos e gorduras e são altamente instáveis em temperaturas elevadas (HARBORNE, 1994; ARAÚJO, 2004; MALACRIDA & MOTTA, 2006).

As antocianinas (Figura 2) representam a maior porcentagem de compostos fenólicos em uvas tintas, sendo assim, representam um constituinte importante para a produção de vinhos tintos, pois contribuem para os atributos sensoriais destes vinhos, principalmente, para o aspecto visual da bebida. Estes compostos bioativos são acumulados nos vacúolos celulares, em diversas partes da planta e atuam desempenhando diversas funções, como, proteção UV, defesa contra patógenos e pragas, atração de animais para polinização e dispersão de sementes, proteção para o DNA e para o aparelho fotossintético dos fluxos elevados de radiação (ABE *et al.*, 2007; SZYMANOWSKA *et al.*, 2015).

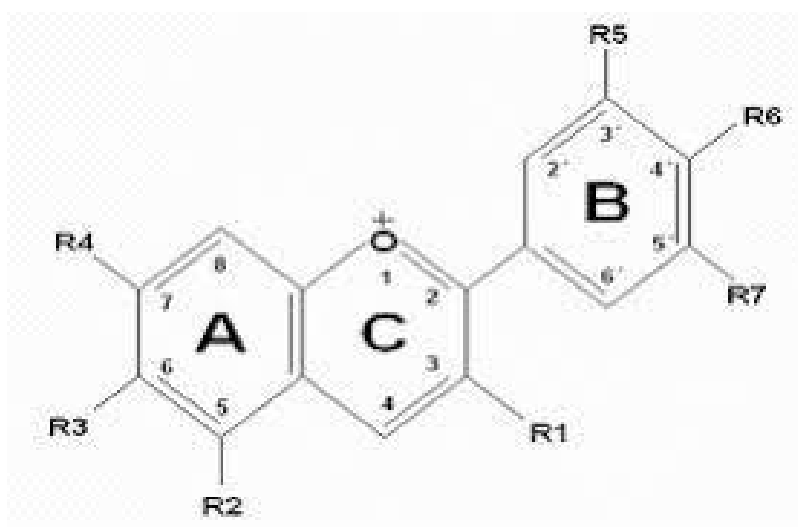


Figura 2 - Estrutura química das antocianinas.
Fonte: Linhares, 2019.

Na película da uva existe a possibilidade de encontrar até vinte e cinco pigmentos distintos, que pode variar dependendo da cultivar. Os pigmentos antocianínicos predominantes em uvas *Vitis vinifera* L são: cianidina-3-glicosídeo; delphinidina-3-glicosídeo; malvidina-3-glicosídeo; pelargonidina-3-glicosídeo, peonidina-3-glicosídeo; petunidina-3-glicosídeo (ARAÚJO, 2004; GRANATO, 2011).

As antocianinas são pigmentos responsáveis pela coloração dos vinhos tintos recém elaborados. Elas reagem quimicamente com os flavonóis e com outros compostos, dando origem a estruturas polimerizadas, que são quimicamente estáveis, e são propriamente os compostos responsáveis por conceder longevidade aos vinhos (GASTONI & FILHO, 2010). Além de serem as responsáveis pela cor vermelho rubi em vinhos tintos, as antocianinas também desempenham atividade antioxidante considerada importante, como mencionado em inúmeros trabalhos (GRIS *et al.*, 2013; VAN LEEUW *et al.*, 2014; PADILHA *et al.*, 2017).

2.5.1.2 Flavanóis

Os flavanóis formam um grupo complexo, no qual os constituintes fundamentais presentes nas uvas são os monômeros catequinas e epicatequinas, e os oligômeros ou polímeros denominados proantocianidinas, essas moléculas são mais encontradas na forma de dímeros, e quando em meios ácidos e em temperatura elevada, ocasiona a liberação de antocianidinas, como a delphinidina e a cianidina (PORTO, 2002; PEREIRA, 2014).

Os flavanóis são substâncias que podem ser identificadas nos vinhos, e possuem efeito relevante para a saúde humana. A (+)-catequina e a (-)-epicatequina são os flavanóis encontrados em maior quantidade nos vinhos tintos. Além disso, as (+)-catequinas são capazes de serem encontradas em uma quantidade 16 vezes maior que em vinhos brancos. Os flavanóis atuam na conservação do vinho, proporcionando o envelhecimento ao longo prazo, em função da sua capacidade de doar elétrons. Estes compostos auxiliam na atividade antioxidante (COULTATE, 2004; ARAÚJO, 2015; ESKIN & SHAHIDI, 2015).

As principais representantes do grupo dos flavanóis são: a catequina, a epigalocatequina, a epigalocatequina galato, a epicatequina e a epicatequina galato (Figura 3), e são encontradas em chá verde, cerejas, amoras, framboesas, mirtilo, uva roxa e vinho tinto. As catequinas são compostos incolores, hidrossolúveis, que favorecem o amargor e a adstringência do vegetal (PEREIRA & CARDOSO, 2012).

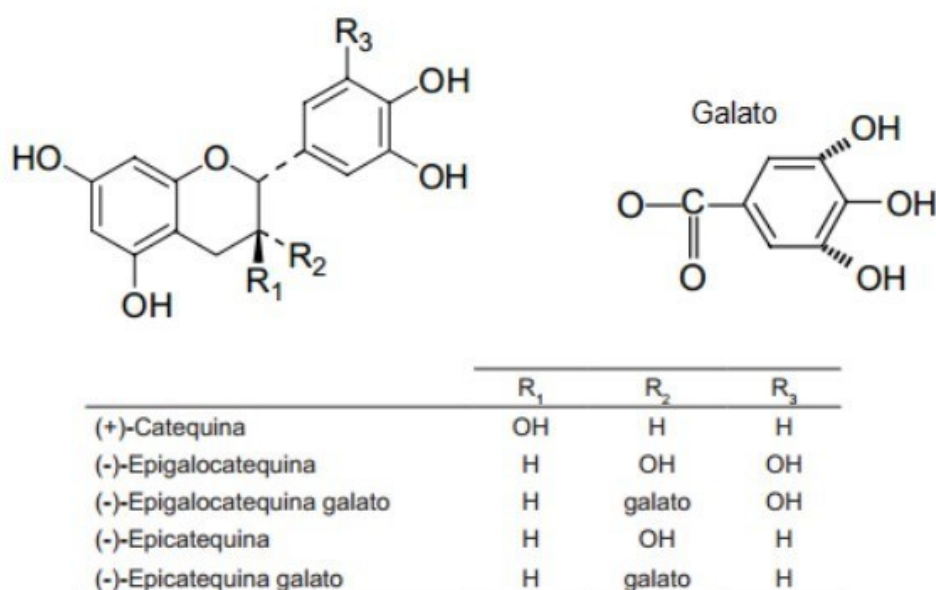


Figura 3 - Estrutura química das catequinas.
Fonte: Sena, 2017.

Os flavanóis (catequina, epicatequinas e epigalocatequinas) são identificados com maior relevância no engaçó e nas sementes das uvas, as suas frações oligoméricas e poliméricas favorecem uma maior maciez do vinho, a qual é compreendida por uma menor adstringência e amargor e maior permanência gustativa, o que proporciona melhor corpo e estrutura para envelhecimento da bebida (WATERHOUSE; IGNELZI; SHIRLEY, 2002).

Além disso, as catequinas, assim como, outros bioflavonóides, apresentam atividade antioxidante idêntica à das vitaminas C (ascorbato) e E (tocoferol), que também constata reduzi o risco de alguns tipos de câncer, quando constituem naturalmente a alimentação, bem como, quando administradas como suplementos (MANFREDIN; MARTINS; BENFATO, 2004).

2.5.1.3 Flavonóis

Os principais flavonóides presentes no vinho tinto abrangem os flavonóis, os componentes que integram este grupo são a quercetina, a miricetina e o caempferol (Figura 4), os quais são encontrados nas películas das bagas de uvas e são extraídos durante o

processo de maceração dos vinhos tintos. Os flavonóis possuem efeitos positivos, pois agem na redução da possibilidade do desenvolvimento de doenças cardiovasculares, além disso, demonstram inúmeras funções biológicas, como antioxidante, anti-inflamatório, antimicrobiano, antialérgico, antitrombótico, antiaterogênico, efeitos cardioprotetores e vasodilatadores (SULTANA & ANWAR, 2008; SILVA JÚNIOR, 2013; ARAÚJO, 2015).

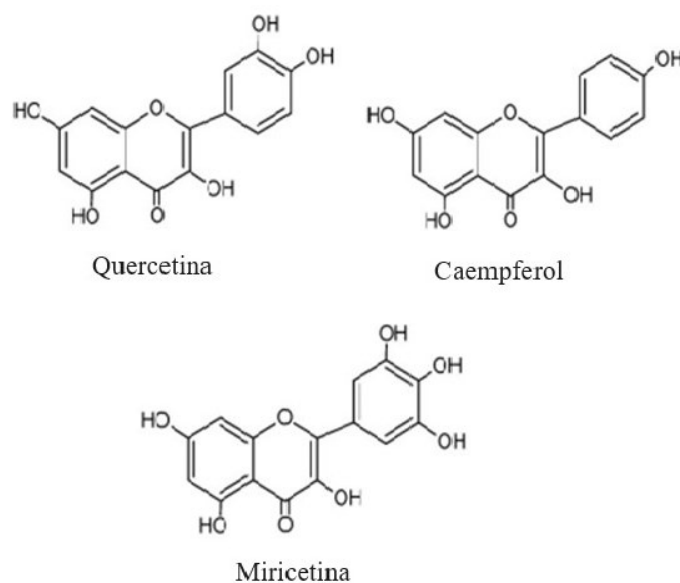


Figura 4 - Estrutura química dos flavonóis: quercetina, miricetina e caempferol.
 Fonte: Stopin, 2020.

O vinho tinto apresenta quantidades expressivas de flavonóis, destes a quercetina, quantitativamente majoritária, atua indiretamente no perfil gustativo dos vinhos. A quercetina é encontrada em vegetais, sendo o flavonóide mais abundante na dieta humana. Comumente, é identificada nos alimentos na forma glicosilada, como glicosídeos de quercetina (PATAKI *et al.*, 2002; CIMINO *et al.*, 2007; RISTIC *et al.*, 2007; WANG *et al.*, 2017).

A quercetina é um antioxidante que desempenha ação protetora contra as espécies reativas de oxigênio, neutralizando os radicais livres e ânions superóxido, peroxinitrito, o óxido nítrico, entre outros. Além disso, o efeito antioxidante pode ocorrer também, devido a sua capacidade de inibir enzimas, tais como oxidase de xantina, lipoxigenase e da NADPH-oxidase (VICENTE-VICENTE; PRIETO; MORALES, 2013).

A miricetina é um flavonóide que possui atividade antioxidante, eficaz na remoção de radicais gerados por sistemas enzimáticos e não enzimáticos, geralmente a miricetina é

encontrada em vegetais, bagas, frutas e nozes, principalmente na forma de glicosídeos, além disso, a miricetina também é encontrada em algumas bebidas, como, chá e vinho tinto (ZHANG *et al.*, 2017).

É parcialmente permeável às células com vastas ações biológicas, a miricetina possui ação anti-inflamatória (MU *et al.*, 2016); ação antidiabetes, obtida através da atenuação da hiperglicemia e regulação do metabolismo do glicogênio (ONG & KHOO, 2000); anti-câncer, ação obtida pela quimioprevenção e inibição do crescimento de células cancerígenas (KUMAMOTO; FUJII; HOU, 2009; MAGGIONI *et al.*, 2014), e ação analgésica em função da modulação da atividade dos canais de cálcio nos neurônios (HAGENACKER *et al.*, 2010).

O caempferol (3,5,7-tri-hidroxi-2-(4-hidroxifenil)-4Hcromen-4-ona) é um flavonol natural, que está presente em cerca de 80% dos alimentos que são à base de plantas, incluindo, uva, morango, maçã, brócolis, couve, cebola, repolho, alho poró, tomate, feijão, e em bebidas como, chás (KASHYAP *et al.*, 2017).

O caempferol têm apresentado uma ótima atividade antioxidante, podendo reagir com H₂O₂, HOCl, óxido nítrico, superóxido, entre outros, em ensaios em cultura de células. Além disso, pode está ligado a açúcares como glicose, galactose, rutinose e ramnose dando origem a glicosídeos. O caempferol também possui efeito benéfico e/ou efeito protetor contra diversas doenças, como o câncer, fato que se deve à sua capacidade para induzir a apoptose de células cancerosas, que pode dificultar o desenvolvimento de várias inflamações, além de ser antioxidante, antidiabético, anti-osteoporose, ansiolítico, analgésico cardioprotetor, neuroprotetor, e possuir atividades antialérgica, estrogênica e antiestrogênica (CALDERÓN-MONTAÑO *et al.*, 2011; VELLOSA *et al.*, 2011; CORREIA *et al.*, 2016).

2.5.2 Não flavonóides

Os compostos fenólicos não flavonóides podem ser subdivididos em vários grupos, como os fenóis simples, fenóis ácidos (os derivados do ácido benzóico e os derivados do ácido cinâmico), os estilbenos, entre outros. Os ácidos fenólicos que estão presentes nas uvas são principalmente os ácidos hidroxicinâmicos, os quais são encontrados na forma de ésteres tartáricos, estes estão localizados nos vacúolos das células das películas e polpas (CABRITA; LAUREANO; SILVA, 2003).

No mosto das uvas, obtido através da prensagem direta das bagas, os compostos fenólicos existentes são majoritariamente os não flavonóides. Os estilbenos (como o resveratrol) e os ácidos fenólicos são os principais compostos não-flavonóides. Apesar de não exercerem influência direta no gosto dos vinhos, estes compostos influenciam no surgimento de fenóis voláteis, os quais podem atuar no desencadeamento de alterações aromáticas (CABRITA; LAUREANO; SILVA, 2003; NOBRE *et al.*, 2006).

2.5.2.1 Ácidos fenólicos

Os ácidos fenólicos possuem em sua estrutura um grupo funcional carboxila e estão divididos em dois grupos, os derivados do ácido benzóico e do ácido cinâmico (Figura 5). Os ácidos hidroxibenzoicos compreendem os ácidos gálico, p-hidroxibenzoico, protocatecuico, vanílico e sirínico, que apresentam estrutura comum (C6 –C1), enquanto os ácidos hidroxicinâmicos, são compostos aromáticos que têm três carbonos e que formam uma cadeia lateral (C6 –C3), como os ácidos p-cumárico, caféico, ferúlico e sinápico, sendo estes os mais comuns (ANGELO & JORGE, 2007; OLIVEIRA & BASTOS, 2011).

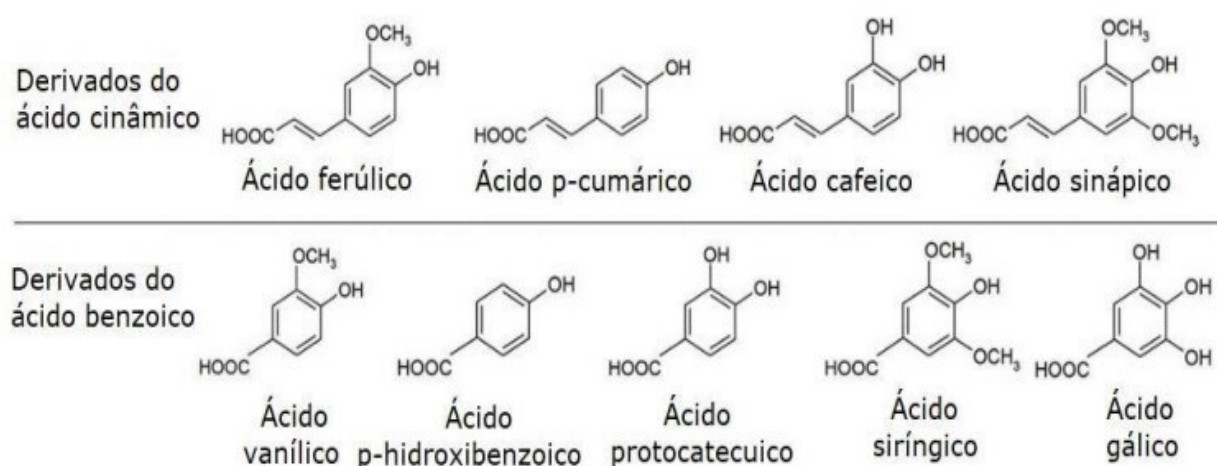


Figura 5 - Estrutura química dos ácidos fenólicos derivados do ácido cinâmico e do ácido benzóico.

Fonte: Costa, 2020.

Os ácidos fenólicos são os componentes derivados do ácido benzóico e do ácido cinâmico encontrados normalmente na forma de ésteres do ácido caftárico, que estão presentes especialmente nas películas das bagas das uvas. O ácido gálico é um ácido hidroxibenzóico que possui ação antioxidante, os ésteres deste composto são chamados de taninos hidrolisáveis, os quais são responsáveis por atribuir adstringência aos vinhos tintos. Nestes vinhos, o ácido gálico é formado particularmente pela hidrólise de ésteres de galato de flavonóides. Os vinhos tintos que são amadurecidos sem passagem por carvalho geralmente apresentam níveis elevados de derivados do ácido hidroxibenzóico (DAMODARAN; FENNEMA; PARKIN, 2010; GRIS *et al.*, 2013).

Os ácidos fenólicos se caracterizam por possuírem um anel benzênico, um grupo carboxílico e um ou mais grupos de hidroxila e/ou metoxila na molécula, atribuindo propriedades antioxidantes, tanto para os alimentos quanto para o organismo, dessa forma, são indicados para o tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares, do câncer e de outras doenças (SOARES, 2002).

2.5.2.2 Estilbenos

O estilbeno não é um composto normalmente encontrado, contudo, muitos de seus derivados são extraídos de plantas e apresentam atividades biológicas e terapêuticas consideradas como importantes. Esses compostos são denominados de fitoalexinas, em que se destaca o resveratrol, o qual é encontrado em algumas variedades de uva (NOBRE *et al.*, 2006).

O resveratrol (3,5,4-tri-hidroxiestilbeno) é o principal componente do grupo dos estilbenos, referente a uma subclasse de fitoalexinas, e é também o mais estudado. Essa substância é produzida pelas plantas, podendo ser encontrada na película e nas sementes de uvas, em romãs, na soja, em amendoins, e em outras plantas e frutas. Além disso, esta fitoalexina está presente principalmente nos vinhos tintos (GAUTO & ROSA, 2013; THIEL & RÖSSLER, 2017).

O resveratrol é sintetizado de forma natural na planta sob duas formas isômeras: *trans*-resveratrol (*trans*-3,5,4'-trihidroxiestilbeno) e *cis*-resveratrol (*cis*-3,5,4'-trihidroxiestilbeno), sendo a forma *trans* a menos instável (Figura 6). Contudo, na presença de

luz visível, o isômero *trans*-resveratrol é convertido para *cis*-resveratrol, sendo esta forma a mais estável (SAUTTER *et al.*, 2005).

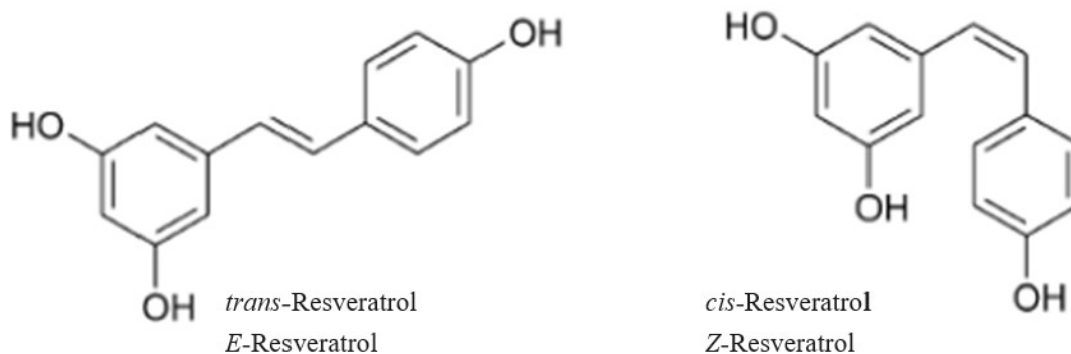


Figura 6 - Estrutura química dos isômeros *trans*-Resveratrol e *cis*-Resveratrol.
 Fonte: Satake, 2013.

Na uva é sintetizado na película da baga em resposta a patógenos, como o stress causado por ataque fúngico (*Botrytis cinerea*, *Plasmopora viticola*), dano mecânico ou estresse abiótico. Todavia pode ocorrer uma variação relevante nos níveis de concentração em todas as cultivares, em função da região geográfica, das condições de crescimento e das tecnologias de vinificação empregadas (BALBINOT *et al.* 2016; BOTTI *et al.*, 2015).

Os benefícios apresentados à saúde através do resveratrol são de grande relevância, pois essa substância apresenta propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes, que retardam algumas características do envelhecimento e diminuem o risco de doença cardiovascular. E o *trans*-resveratrol é responsável por prevenir os cânceres de mama e de ovário nas mulheres (BONTEMPO, 2012; MORETÓN-LAMAS *et al.*, 2017).

2.6 Ácidos orgânicos em uvas e vinhos

Os ácidos orgânicos presentes no mosto das uvas e no vinho são oriundos da película da uva, e da fermentação alcoólica do mosto durante o processo de elaboração do vinho. A composição ácida e o pH são essenciais na percepção da acidez e também nas propriedades

sensoriais. Considera-se, que depois da água e dos açúcares, os ácidos são os componentes em maior quantidade na baga da uva quando madura. Além disso, os ácidos orgânicos são componentes fundamentais, pois participam na estabilidade microbiológica, físico-química e sensorial dos vinhos. Dos ácidos orgânicos presentes no fruto, o ácido tartárico e o ácido málico são os que se apresentam em maior quantidade. Todavia, os ácidos acético, cítrico, láctico e succínico também se apresentam nas bagas de uvas maduras, porém em baixas concentrações (MANDELLI, 2002; RIBÉREAU-GAYON *et al.*; 2006; COSME *et al.*, 2016).

Os ácidos orgânicos são os compostos que atribuem acidez à uva em sua fase de maturação, sendo o ácido tartárico e o ácido málico os componentes fundamentais responsáveis pela acidez do mosto das uvas. As concentrações destes ácidos no mosto estão associadas a diversos fatores, como, fatores naturais de clima e solo, práticas agrônômicas de produção, aspectos fisiológicos da maturação da uva, além de sua evolução possuir grande importância para a avaliação do processo de maturação (RIZZON & SGANZERLA, 2007).

Os ácidos tartárico e málico representam 90% da acidez total, enquanto que o ácido cítrico representa de 5 a 10%. O teor de acidez presente nas bagas diminui de acordo com que o teor de açúcares aumenta durante a fase de maturação, a redução no teor de acidez acontece através da diluição dos ácidos, que ocorre devido à entrada de água na baga e também pelas trocas respiratórias. Entretanto, próximo à colheita, os teores de ácido tartárico normalmente são mais elevados que os teores de ácido málico. Além disso, baixas temperaturas reduzem a degradação do ácido málico, ocasionando uma acidez do mosto mais elevada (BOBEICA *et al.*, 2015; COSME *et al.*, 2016; BORGHEZAN, 2017).

Na enologia o ácido tartárico é muito importante, pois este dá origem ao bitartarato de potássio e ao tartarato neutro de cálcio, dois sais que apresentam baixa solubilidade, e que podem interferir na acidez total e no pH dos vinhos. Contudo, o ácido málico é apontado como fraco, pois a sua concentração diminui ao longo da maturação da uva, este ácido alcança o seu teor mínimo no pico do amadurecimento da uva, em função do mesmo possuir ligação direta com a síntese de glicose na baga. Apesar de semelhantes, estes ácidos são sintetizados e degradados por processos bioquímicos diferentes (RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2006; DAI *et al.*, 2011).

Os principais ácidos existentes nos vinhos são provenientes da uva (tartárico, málico e cítrico) e originados durante os processos fermentativos (láctico, succínico e acético). A acidez total do mosto e do vinho compreende todos os ácidos que constituem a amostra, onde

a participação de cada ácido é determinada pela especificidade mais ou menos forte, que é definido pela constante de dissociação e pelo grau de salificação. A acidez titulável e o pH podem ser alterados conforme os teores de potássio das uvas/mostos devido à insolubilização do ácido tartárico sob a forma de seus sais (CONDE *et al.*, 2007).

O ácido tartárico atribui um sabor imaturo à fruta, e adstringência e aspereza ao vinho, tornando-o agressivo ao paladar, que pode ser corrigido pela fermentação malolática, todavia quando em concentrações adequadas é capaz de atribuir uma acidez leve e agradável a bebida. O ácido málico é responsável por conferir sabor ao vinho, além disso, auxilia na estabilidade biológica e na longevidade do mesmo. O ácido succínico destaca-se pela necessidade de ser monitorado, haja vista que em concentrações elevadas pode conferir gosto amargo e/ou salgado (BORGHEZAN, 2017; FORTES *et al.*, 2012).

A verificação desses ácidos através de análises é importante para avaliar a acidez durante diversas etapas do processo de vinificação, apresentando grande importância na identificação de alterações no vinho, em etapas como a fermentação alcoólica e malolática e também no envelhecimento do vinho (MATO; SUÁREZ-LUQUE; HUIDOBRO, 2007).

2.7 Açúcares

Os açúcares estão diretamente relacionados com o sabor das frutas, e apresentam diferentes teores em diferentes níveis de maturação e variedade. Nas frutas os principais açúcares são a sacarose, a glicose e a frutose, a acumulação e a degradação desses açúcares dependem das funções da sacarose-fosfato sintase, sucrose sintase e invertase. Os açúcares são essenciais para o desenvolvimento e qualidade da baga da uva, em função do seu papel como carbono primário e fonte de energia e, por vezes, como moléculas osmóticas e importantes sinalizadoras para respostas de fatores bióticos e/ou abióticos. Além disso, o transporte de açúcares é um processo fundamental para o crescimento e desenvolvimento da baga (SHI *et al.*, 2016; CONDE *et al.*, 2018).

As uvas *Vitis vinifera* L. quando maduras apresentam teores de açúcares elevados quando comparadas a outras frutas. Os açúcares concentrados nas bagas apresentam funções importantes como fontes de precursores para a síntese de ácidos orgânicos, compostos

fenólicos e aromáticos durante a maturação, além de influenciar nas propriedades sensoriais da uva (DAI *et al.*, 2011; KUHN *et al.*, 2013).

A variedade dos açúcares é determinada pelo genótipo, sendo majoritariamente acumulada sob a forma de frutose e glicose nas cultivares *Vitis vinifera*, enquanto que para variedades *V. labrusca*, *V. rotundifolia* e híbridas, os teores de sacarose encontrados são relevantes. A concentração de açúcares é altamente afetada através de práticas de manejo, como o raleio, assim como pelas condições do meio. É promovida pela restrição da disponibilidade hídrica, com a diminuição da temperatura, exposição à luz solar e sanidade (DAI *et al.*, 2011; KUHN *et al.*, 2013; COSME *et al.*, 2016).

Os açúcares se dividem em dois grupos: açúcares redutores e açúcares não redutores. Os açúcares redutores são divididos em dois subgrupos: as hexoses e as pentoses. As hexoses (glicose e frutose) são açúcares fermentescíveis, utilizados como alimento pelas leveduras. São os precursores diretos do etanol e podem ser consumidos também pelas bactérias. Já as pentoses (arabinose e xilose) são açúcares não são fermentáveis. Os açúcares não redutores (sacarose) se apresentam em menores quantidades na uva, geralmente a sacarose é adicionada ao mosto deficiente de açúcar, para ser obtido o grau alcoólico desejado. A sacarose é fermentável somente depois de hidrolisada, química ou enzimaticamente em glicose e frutose (RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2003).

O critério mais utilizado para a determinação do ponto de colheita das uvas é o teor de açúcares das bagas. Esse critério é levado em consideração porque o vinho é um produto resultante da transformação do açúcar da uva em álcool e em produtos secundários. Para a obtenção de 1°GL de álcool, são necessários 18 g de açúcar por litro de uva. O teor de sólidos solúveis encontrado na baga da uva é variável, cujos valores encontram-se entre 18,7 a 27,0 °Brix, dependendo da cultivar. Esse parâmetro influencia diretamente na fermentação alcoólica do mosto, que transforma os açúcares em etanol (álcool etílico). Dessa forma, para que se obtenha 10,7 °GL de álcool potencial no vinho é necessário que as uvas apresentem um teor de sólidos solúveis mínimo de 18 °Brix (RIBÉREAU-GAYON *et al.*, 2006).

REFERÊNCIAS

ABE, L. T.; DA MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares de uvas *Vitis labrusca* L. e *Vitis vinifera* L. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n. 2, p. 394-400, abr./jun. 2007.

ANGELO, P. M; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, jan./abr. 2007.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 6. ed. Viçosa: UFV, 2015. 668p.

ARAÚJO, J. M. **Química de alimentos**. In: Isoflavonóides. Teoria e prática. 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 2004. cap. 14. p. 314-367.

ARCANJO, N. M. de O. **Qualidade do vinho tinto produzido com uvas da cultivar Isabel (*Vitis labrusca*) provenientes de duas regiões do Brasil (Nordeste e Sul)**. 2015. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2015.

AUBERT, C.; CHALOT, G. Chemical composition, bioactive compounds, and volatiles of six table grape varieties (*Vitis vinifera* L.). **Food chemistry**, v. 240, p. 524-533, fev. 2018.

BALBINOT, M.; MÜHL, F. R.; FELDMANN, N. A.; RHODEN, A. C. Efeito do manejo e das cultivares de videiras sobre a concentração de resveratrol. In: AGROTEC - Simpósio de Agronomia e Tecnologia em Alimentos, 3., 2016, Itapiranga, SC. **Anais [...]**. Itapiranga, SC: FAI – Faculdades, 2016. p. 1-6. Disponível em: <https://eventos.uceff.edu.br/eventos/fai_dados/artigos/agrotec2016/456.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BOBEICA, N.; PONI, S.; HILBERT, G.; RENAUD, C.; GOMÈS, E.; DELROT, S.; DAI, Z. Differential responses of sugar, organic acids and anthocyanins to source-sink modulation in Cabernet Sauvignon and Sangiovese grapevines. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, n. 382, p. 1-14, maio. 2015.

BONTEMPO, M. **A saúde da água para o vinho: O vinho, seu mundo e suas prioridades medicinais, para prevenir doenças e viver mais**. 2. ed. Associação Brasileira de Sommeliers, Editora: Livros Ilimitados, 2012. 220p.

BOTTI, S. C. C. F.; DEGASPERI, F. T.; CEZÁRIO, M. A. T.; COSTA, P.; IRAZUSTA, S. P. Processo de secagem e extração de resveratrol proveniente do bagaço da uva para reaproveitamento do resíduo da viticultura. In: Workshop de Pós-Graduação e Pesquisa do Centro Paula Souza, 10., 2015, São Paulo, SP. **Anais [...]**. São Paulo, SP: CEETEPS – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2015. p. 861-872. Disponível em: <<http://www.pos.cps.sp.gov.br/files/artigo/file/437/ed26385a84b82fe6534d4ac5820cdd84.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

BORGHEZAN, M. Formação e maturação da uva e os efeitos sobre os vinhos: Revisão. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 32, n. 2, p. 126-141, jan. 2017.

BRANT, L. A. C.; FIGUEREDO, G. M. de; MOTA, R. V. da. Vinhos de Inverno do Sudeste Brasileiro. *In: Territoires du Vin*, v. 9, p. 1-4, Université de Bourgogne, Dijon-France, 2018.

BRASIL, R. R. **Métodos Sensoriais de Prova de Vinhos Brancos e Tintos: Análise Comparativa dos Métodos Emocional e OIV por Análise de Dados Multivariada**. 2014. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências Gastronômicas) – Universidade Nova de Lisboa e Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2014.

BUENO, S. C. S. **Vinhedo paulista**. 1. ed. Campinas: DCT/CECOR, 2010. v. 3000. 256 p.

CABRITA, M. J.; LAUREANO, O.; SILVA, J. R. **Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos** - Instituto superior de agronomia, Universidade Técnica de Lisboa - I Seminário Internacional de Vitivinicultura, Lisboa, p. 61-102, 2003.

CALDERÓN-MONTAÑO, J. M.; BURGOS-MORÓN, E; PÉREZ-GUERRERO, C; LÓPEZ-LÁZARO, M. A Review on the Dietary Flavonoid Kaempferol. **Mini-Reviews in Medicinal Chemistry**, v.11, n. 04, p. 298-344, abr. 2011.

CALIARI, V.; ZANUS, M. C. Caracterização sensorial dos vinhos finos tranquilos e espumantes de regiões de altitudes de Santa Catarina. *In: PANDOLFO, C.; VIANNA, L. F. N. Caracterização da região produtora, indicadores e instrumentos para proposição de uma indicação geográfica*. Florianópolis, SC: Epagri, 2020. cap. 11, p. 181-191.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. Cultivares de videira para processamento. Embrapa Uva e Vinho. *In: SILVEIRA, S. V. da; HOFFMANN, A.; GARRIDO, L. da R. (Ed.) Produção integrada de uva para processamento: implantação do vinhedo, cultivares e manejo da planta*. Brasília, DF: Embrapa, 2016. v. 3, cap. 2, p. 25-40.

CAMARGO, U. A.; DIAS, M. F. **Identificação varietal de algumas videiras cultivadas no Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 1986. 45 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica).

CIMINO, F.; SULFARO, V.; TROMBETTA, D.; SAIJA, A.; TOMAINO, A. Radical-scavenging capacity of several Italian red wines. **Food Chemistry**, London, v. 103, n. 1, p. 75-81, 2007.

COETZEE, C.; DU TOIT, W. J. A comprehensive review on Sauvignon blanc aroma with a focus on certain positive volatile thiols. **Food Research International**, v. 45, n. 1, p. 287-298, 2012.

CONDE, A.; SOARES, F; BREIA, R; GERÓS, H. Postharvest dehydration induces variable changes in the primary metabolism of grape berries. **Food Research International**, v.105, p. 261–270, mar. 2018.

CONDE, C.; FONTES, N.; DIAS, A. C. P.; TAVARES, R. M.; SOUZA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape Berry development and fruit and wine quality. **Food. Global Science Book**, v. 1, n. 1, p. 1-22, jun. 2007.

COSME, F.; GONÇALVES, B.; INÊS, A.; JORDÃO, A. M.; VILELA, A. Grape and wine metabolites: biotechnological approaches to improve wine quality. *In*: MORATA, A.; LOIRA, I. (ed.) **Grape and wine biotechnology**. Rijeka/Croacia: INTECH, 2016. cap. 9, p. 187-224, 2016.

COSTA, R. dos S. **Reaproveitamento de co-produtos da agroindústria para a produção de enzimas de interesse e aplicação em pão integral**. 2020. 74f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2020.

COSTA, T. V. da; TARSITANO, M. A. A.; CONCEIÇÃO, M. A. F. Caracterização social e tecnológica da produção de uvas para mesa em pequenas propriedades rurais da região de Jales-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 34, n. 2, p. 766-773, jun. 2012.

CRESPO, J.; RIGOU, P.; ROMERO, V.; GARCÍA, M.; ARROYO, T.; CABELLOS, J. M. Effect of seasonal climate fluctuations on the evolution of glycoconjugates during the ripening period of grapevine cv. Muscat à petits grains blancs berries. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S. l.], v. 98, n. 5, p. 1803-1812, mar. 2018.

CORREIA, M.; RODRIGUES, A. S.; PERESTRELO, T.; PEREIRA, S. L.; RIBEIRO, M. F.; SOUSA, M. I.; RAMALHO-SANTOS, J. Different concentrations of kaempferol distinctly modulate murine embryonic stem cell function. **Food and Chemical Toxicology**, v. 87, p. 148-156, jan. 2016.

CORREIA, P. T. R. **A maturação fenólica em uvas tintas. Comparação de metodologias**. Dissertação (Mestrado em Viticultura e Enologia) - Escola de Ciências e Tecnologia, Universidade de Évora, Évora, 2014. 220p.

COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 368p.

DAI, Z. W.; OLLAT, N.; GOMÈS, E.; DECROOCQ, S.; TANDONNET, J. P.; BORDENAVE, L.; PIERI, P.; HILBERT, G.; KAPPEL, C.; LEEUWEN, C.; VIVIN, P.; DELROT, S. Ecophysiological, genetic, and molecular causes of variation in grape berry weight and composition: a review. **American journal of enology and viticulture**, v. 62, n. 04, p. 413-425, dez. 2011.

DAMODARAN, S.; FENNEMA, O. R.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba, PR: Champagnat, 2013. 540 p.

ESKIN, N. A. M.; SHAHIDI, F. **Bioquímica de alimentos** - tradução Cláudia Coana, Yara Marina Joana. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015. 696p.

FAVERO, A. C.; AMORIM, D. A. de; MOTA, R. V. da; SOARES, Â. M.; REGINA, M. de A. Viabilidade de produção da videira ‘syrah’, em ciclo de outono inverno, na região Sul de

Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 3, p. 685-690, set. 2008.

FERRARI, V. J.; SILVA, L. C. da. Manejo da poda verde e qualidade enológica da Pinot Noir conduzida no sistema latada. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, Bento Gonçalves, RS, v. 1, n. 10, p. 10-17, set. 2018.

FORTES, G. A. C.; NAVES, S. S.; FERRI, P. H.; SANTOS, S. C. Evaluation of Chemical Changes during *Myrciaria cauliflora* (Jaboticaba Fruit) Fermentation by ¹H NMR Spectroscopy and Chemometric Analyses. **Journal of Brazilian Chemical Society**, v. 23, n. 10, p.1815-1822, out. 2012.

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

GASTORNI, W.; FILHO, V. **Bebidas alcoólicas: ciência e tecnologia**. São Paulo – SP: Editora Blucher, v. 1, 2010. 215 p.

GAUTO, M.; ROSA, G. **Química industrial**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 283p.

GRANATO, D.; CARRAPEIRO, M. M.; FOGLIANO, V.; VAN RUTH, S. M. Effects of geographical origin, varietal and farming system on the chemical composition and functional properties of purple grape juices. **Trends in Food Science and Technology**, v. 52, p. 31-48, 2016.

GRANATO, D. **Associação entre atividade antioxidante *in vitro* e características químicas, sensoriais, cromáticas e comerciais de vinhos tintos Sul-Americanos**. 2011. 140 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

GRIS, E. F.; MATTIVI, F.; FERREIRA, B. D.; VRHOVSEK, U.; FILHO, D. W.; PEDROSA, R. C.; BORDIGNON-LUIZ, M. T. Phenolic profile and effect of regular consumption of Brazilian red wines on *in vivo* antioxidant activity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 31, n. 1, p. 31-40, ago. 2013.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. Características analíticas e sensoriais de vinhos produzidos no Vale Submédio São Francisco, Brasil. *In: Workshop Internacional de Pesquisa: A produção de vinhos em regiões tropicais*, 1., 2004, Recife e Petrolina. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. p. 185-190. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 60).

HAGENACKER, T.; HILLEBRAND, I.; WISSMANN, A.; BÜSSELBERG, D.; SCHÄFERS, M. Anti-allodynic effect of the flavonoid myricetin in a rat model of neuropathic pain: Involvement of p38 and protein kinase C mediated modulation of Ca²⁺ channels. **European Journal of Pain**, v. 14, n. 10, p. 992-998, nov. 2010.

HARBORNE, J. B.; *The Flavonoids: advanced in research since 1986*. 5th edition, **Chapman and Hall**, New York, 1994. 676p.

HIPOLITO-REIS, C. **Vinho, gastronomia e saúde** - 1. ed. Editora UP - Universidade do Porto, 2008. 460p.

HOECKEL, P. H. O.; FREITAS, C. A. de; FEISTEL, P. R. A política comercial brasileira e sua influência no setor vitivinícola. **Revista Perspectiva Econômica**. v. 13, n. 1, p. 24-43, jan./jul. 2017.

JACKSON, R. S. **Wine Science: principles and applications**. 3. ed. San Diego, California: Academic Press, 2008. 776p.

KASHYAP, D.; SHARMA, A.; TULI, H. S.; SAK, K.; PUNIA, S.; MUKHERJEE, T. K. Kaempferol – A dietary anticancer molecule with multiple mechanisms of action: Recent trends and advancements. **Journal of Functional Foods**, v. 30, p. 203-219, jan. 2017.

KUHN, N.; GUAN, L.; DAI, Z. W.; WU, B.; LAUVERGEAT, V.; GOMÈS, E.; LI, S.; GODOY, F.; ARCE-JOHNSON, P.; DELROT, S. Berry ripening: recently heard through the grapevine. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 16, p. 4543-4559, ago. 2014.

KUMAMOTO, T.; FUJII, M.; HOU, D. X. Myricetin directly targets JAK1 to inhibit cell transformation. **Cancer Letters**, v. 275, n. 1, p. 17-26, mar. 2009.

LEÃO, P. C. S.; SOARES, J. M.; RODRIGUES, B. L. Principais Cultivares. *In*: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. (ed.) **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. cap. 5, p. 149-214.

LINHARES, M. G. **Análise quantitativa e qualitativa de metabólitos secundários da espécie *mimosa caesalpiniiifolia* (sabiá) cultivada na fazenda escola do IFRN – Campus Apodi**. 2019. 32f. Monografia (Graduação em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – IFRN, Apodi, RN, 2019.

MAGGIONI, D.; NICOLINI, G.; RIGOLIO, R.; BIFFI, L.; PIGNATARO, L.; GAINI, R.; GARAVELLO, W. Myricetin and naringenin inhibit human squamous cell carcinoma proliferation and migration in vitro. **Nutrition and Cancer**, v. 66, n. 7, p. 1257-1267, set. 2014.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. da. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos - CEPPA**, [S.l.], v. 24, n. 1, p. 59-82, jan./jun. 2006.

MANFREDIN, V.; MARTINS, V. D.; BENFATO, M. S. Chá verde: benefícios para a saúde humana. **Infarma**, v.16, n. 9-10, p. 68-70, 2004.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na Serra Gaúcha, 2002**. 195f. Tese Doutorado em Fitotecnia – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2002.

MATO, I.; SUÁREZ-LUQUE, S.; HUIDOBRO, J. F. Simple determination of main organic acids in grape juice and wine by using capillary zone electrophoresis with direct UV detection. **Food Chemistry**, v. 102, n. 1, p. 104-112, dez. 2007.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2021**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, dez. 2022. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico nº 226.). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/>

infoteca/bitstream/doc/1135990/1/ComTec-223-21.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Cadastro vitícola do Rio Grande do Sul: 2013 a 2015**. 1. ed., Embrapa Uva e Vinho. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 85p.

MELLO, L. M. R. de. **Vitivinicultura Brasileira: Panorama 2014**. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2015. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico nº 175). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1025934/1/ComunicadoTecnico175.pdf>> Acesso em: 25 nov. 2021.

MOREIRA, G. C. R. C.; ASSIS, C. F. de; BOTELHO, R. V.; VAZ, D. S. S.; FREIRE, P. L. I.; BENNEMANN, G. D. Conteúdo de minerais, compostos fenólicos e antocianinas em farinhas de bagaço de uva das variedades Seibel e Bordô provenientes de uma vinícola sul-paranaense. **Nutrição Brasil**, v. 16, n. 6, p. 391-397, 2017.

MORETÓN-LAMAS, E.; LAGO-CRESPO, M.; LAGE-YUSTY, M. A.; LÓPEZ-HERNÁNDEZ, J. Comparison of methods for analysis of resveratrol in dietary vegetable supplements. **Food Chemistry**, v. 224, p. 219-223, jun. 2017.

MU, M.; AN, P.; WU, Q.; SHEN, X.; SHAO, D.; WANG, H.; ZHANG, Y.; ZHANG, S.; YAO, H.; MIN, J.; WANG, F. The dietary flavonoid myricetin regulates iron homeostasis by suppressing hepcidin expression. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 30, p. 53-61, abr. 2016.

NOBRE, S. M.; PEIXOTO, J. A. S.; MONTEIRO, A. L. Síntese de trans-estilbenos substituídos via reação de Suzuki de brometos de vinila. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). **29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. 2006.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de Ácidos Fenólicos. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p.1051-1056, mar. 2011.

OLIVEIRA, J. B.; EGIPTO, R.; LAUREANO, O.; DE CASTRO, R.; PEREIRA, G. E.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Climate effects on physicochemical composition of Syrah grapes at low and high altitude sites from tropical grown regions of Brazil. **Food Research International**. 121, p. 870-879, jul. 2019.

ONG, K. C.; KHOO, H. E. Effects of myricetin on glycemia and glycogen metabolism in diabetic rats. **Life Sciences**, v. 67, n. 14, 1695-1705, ago. 2000.

PADILHA, C. V. S.; BIASOTO, A. C. T.; CORRÊA, L. C.; LIMA, M. S.; PEREIRA, G. E. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vitis vinifera* L.) from São Francisco Valley, Brazil. **Journal of Food Biochemistry**, v. 41, n. 3, p. 1-9, 2017.

PATAKI, T.; BAK, I.; KOVACS, P.; BAGCHI, D.; DAS, D.; TOSAKI, A. Grape seed proanthocyanidins improved cardiac recovery during reperfusion after ischemia in isolated rat hearts. **The American Journal of Clinical Nutrition**, New York, v. 75, n. 5, p. 894-899, maio 2002.

PEDRO JUNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L. Uva para vinho 'Syrah' cultivada durante safra de inverno: fenologia e evolução maturação. **Scientia Vitae**, São Paulo, v. 8, n. 25, p. 1-11, jul./set. 2019.

PEREIRA, A. F. C. **Potenciais alimentos funcionais com base em extratos de vinho de uva ou de videira**. 2014. 63 f. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas). Universidade Fernando Pessoa, Porto, 2014.

PEREIRA, G. E.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; SANTOS, H. P. dos; PROTAS, J. F. da S.; MELLO, L. M. R. de. Vinhos no Brasil: contrastes na geografia e no manejo das videiras nas três viticulturas do país. Documento nº 121. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS, dez. 2020a.

PEREIRA, G. E.; ZANUS, M. C.; MELLO, L. M. R. de; LIMA, M. dos S.; PEREGRINO, I. Panorama da produção e mercado nacional de vinhos espumantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 41, n. 320, p. 7-18, 2020b.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; AMORIM, F. F.; NASCIMENTO, A. M. S.; SOUZA, J. F.; LIMA, L. L. A.; LIMA, M. S.; PADILHA, C. V. S.; PROTAS, J. F.; ZANUS, M. C.; TONIETTO, J. Vinhos Tropicais do Semiárido do Brasil. Desvendando o Potencial Vitivinícola desta Nova Fronteira Geográfica do Vinho. **Territoires du Vin**, v. 9, p. 1-13, 2018.

PEREIRA, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, nov. 2012.

PORTO, P. A. L. S. **Estudo da atividade antioxidante de catequinas e procianidinas oligoméricas** - Departamento de Química, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, out. 2002.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A.; MELLO, L. M. R. de. Vitivinicultura brasileira: regiões tradicionais e polos emergentes. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, MG, v. 27, n. 234, p. 7-15, set./out. 2006.

RABELO, S. C. V.; BRAGA, C. J. M. Análise sensorial de vinhos brasileiros da casta Marcellan por métodos científicos. **Revista de Nutrição e Vigilância em Saúde**, v. 4, n. 2, p. 6-17, jul/out. 2017.

RISTIC, R.; DOWNEY, M. O.; ILAND, P. G.; BINDON, K.; FRANCIS, I. L.; HERDERICH, M.; ROBINSON, S. P. Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine color, tannin, and sensory properties. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 13, n. 2, p. 53-65, 2007.

RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. M. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves RS. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 911-914, maio/jun. 2007.

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. **Handbook of Enology: The microbiology of Wine and Vinifications**. 2. ed., John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, v. 1, 2006. 497 p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; LONVAUD, A.; DONÈCHE, B.; DUBOURDIEU, D. **Tratado de Enologia II: Química del Vino**. 1. ed., Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, Buenos Aires: Hemisfério Sur, 2003. 554p.

SATAKE, C. Y. **Incorporação do *trans*-resveratrol em sistemas nanoestruturados: avaliação das ações antioxidante e despigmentante *in vitro***. 2013. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia-Bioquímica) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Araraquara, SP, 2013.

SAUTTER, C. K.; DENARDIN, S.; ALVES, A. O.; MALLMANN, C. A.; PENNA, N. G.; HECKTHEUER, L. H. Determinação de resveratrol em sucos de uva no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 437-442, jul./set. 2005.

SENA, L. H. A. de. **Biossorção de compostos fenólicos de chá em *saccharomyces cerevisiae***. 2017. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Tecnológica) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Curitiba, PR, 2017.

SHI, S.; WANG, W.; LIU, L.; SHU, B.; WEU, Y.; JUE, D.; FU, J.; XIE, J.; LIU, C. Physico-chemical properties of longan fruit during development and ripening. **Scientia Horticultura**, v. 207, p. 160-167, ago. 2016.

SILVA JÚNIOR, J. V. da. **Vida longa: Simples demais para não ler**. 3. ed. São Paulo: Polo Printer, 2013. 265p.

SILVA, F. L.; MARTINS, L. H. da S.; TORO, M. J. U.; NASCIMENTO, L. E. S.; MESQUITA, E. C. M.; SANTOS, E. G. S. dos. Caracterização química de Vinhos Tintos comercializados em Belém-PA. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, v. 31, p. 532-542, 2020.

SILVA, L. C. da; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; BRIGHENTI, A. F.; SCHLEMPER, C. Níveis de produção em vinhedos de altitude da cv. Malbec e seus efeitos sobre os compostos fenólicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, SP, v. 30, n. 3, p. 675-680, set. 2008.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; MELO, J. C. P., MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento** - 1ª ed. Porto Alegre: Artmed Editora Ltda., 2017. 502p.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, Campinas, SP, v. 15, n. 1, p. 71-81, jan. 2002.

STOPIN, O. **Pólen Apícola: Benefícios Nutricionais e Medicinais**. 2020. 50f. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade do Algarve – UAlg, Portugal, 2020.

SULTANA, B.; ANWAR, F. Flavonols (kaempferol, quercetin, myricetin) contents of selected fruits, vegetables and medicinal plants. **Food Chemistry**, v.108, n. 3, p. 879-884, jun. 2008.

SZYMANOWSKA, U.; ZŁOTEK, U.; KARAS, M.; BARANIAK, B. Anti-inflammatory and antioxidative activity of anthocyanins from purple basil leaves induced by selected abiotic elicitors. **Food Chemistry**, v. 172, p. 71-77, abr. 2015.

STERNAD LEMUT, M.; TROST, K.; SIVILOTTI, P.; VRHOVSEK, U. Pinot Noir grape colour related phenolics as affected by leaf removal treatments in the Vipava Valley. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 6, p. 777-784, set. 2011.

THIEL, G.; RÖSSLER, O. G. Resveratrol regulates gene transcription via activation of stimulus-responsive transcription factors. **Pharmacological Research**, v. 117, p.166-176, mar. 2017.

TOLEDO, M. L.; FERREIRA, K. A.; RODRIGUES, L. F. Panorama e perspectivas da produção de vinho no Estado de Minas Gerais. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, PR, v.14, n. 3, p. 651-666, 2021.

TONIETTO, J.; PEREIRA, G. E.; PEREGRINO, I.; REGINA, M. de A. Potencial para construção de Indicações Geográficas de vinhos de inverno do Sudeste brasileiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, MG, v. 41, n. 312, p. 01-08, 2020.

TORRES, A. P.; OLIVEIRA, J. B. de; MENEZES, T. R.; MORAIS, L. R. V. de; SILVA, P. F. da; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA, G. E. Características agronômicas de videiras viníferas cultivadas em Morro do Chapéu, BA. *In: Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido*, 8., 2013, Petrolina. **Anais [...]**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013. p. 253-259. (Embrapa Semiárido. Documentos, 253).

VAN LEEUW, R.; KEVERS, C.; PINCEMAIL, J.; DEFRAIGNE, J. O.; DOMMES, J. Antioxidant capacity and phenolic composition of red wines from various grape varieties: Specificity of Pinot Noir. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 36, p. 40-50, ago. 2014.

VELLOSA, J. C. R.; REGASINI, L. O.; KHALIL, N. M.; BOLZANI, V. da S.; KHALIL, A. O. K.; MANENTE, F. A.; PASQUINI NETTO, H.; OLIVEIRA, O. M. M. de F. Antioxidant and cytotoxic studies for kaempferol, quercetin and isoquercitrin. **Eclética Química**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 7-20, 2011.

VERZERA, A.; MERLINO, M.; CINCOTTA, F.; PRESTIA, O.; SPARACIO, A.; SPARLA, S.; CONDURSO, C. Varietal Aromas of Fortified Wines from Different Moscato Var. (*Vitis vinifera* L.) under the Same Pedoclimatic Conditions. **Foods**, n. 10, v. 11, p. 1-12, out. 2021.

VICENTE-VICENTE, L.; PRIETO, M.; MORALES, A. I. Eficacia y seguridad de la quercetina como complemento alimenticio. **Revista de Toxicología**, Pamplona, v. 30, n. 2, p.171-181 jan. 2013.

WANG, Y.; ZHAO, L.; WANG, C.; HU, J.; GUO, X.; ZHANG, D.; WU, W.; ZHOU, F.; JI, B. Protective effect of quercetin and chlorogenic acid, two polyphenols widely present in edible plant varieties, on visible light-induced retinal degeneration in vivo. **Journal of Functional Foods** v.33 p.103-111, jun. 2017.

WATERHOUSE, A. L.; IGNELZI, S.; SHIRLEY, J. A comparison of methods for quantifying oligomeric proanthocyanidins from grape seed extracts. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 51, n. 4, p. 383-389, 2002.

WINKEL-SHIRLEY, B. Flavonoid Biosynthesis. A Colorful Model for Genetics, Biochemistry, Cell Biology, and Biotechnology. Update on Flavonoid Biosynthesis. **Plant Physiology**, v. 126, n. 2, p. 485–493, jun. 2001.

ZANUS, M. C. Panorama da vitivinicultura brasileira. *In: XV Congresso latino-americano de viticultura e enologia, 15.; XIII Congresso brasileiro de viticultura e enologia*, 2015, Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho: Associação Brasileira de Enologia, 2015.

ZHANG, C.; ZHANG, G.; LIAO, Y.; GONG, D. Myricetin inhibits the generation of superoxide anion by reduced form of xanthine oxidase. **Food Chemistry**, v. 221, p. 1569-1577, abr. 2017.

CAPÍTULO I

PERFIL QUÍMICO DE UVAS E VINHOS FINOS COMERCIAIS DA CHAPADA DIAMANTINA, BRASIL: PRIMEIRAS SAFRAS

RESUMO

A região da Chapada Diamantina encontra-se em zona de clima tropical de altitude e recentemente tornou-se polo da viticultura de inverno no Nordeste brasileiro. Em condições de altitude a videira é manejada pela técnica da dupla poda, com duas podas e apenas uma colheita de uvas por ano. Este estudo teve como objetivo avaliar a composição físico-química, o perfil fenólico, e os teores de açúcares e ácidos orgânicos de uvas e vinhos produzidos na Chapada Diamantina-BA. As cultivares brancas Sauvignon Blanc, Chardonnay, Viognier e Moscato Petit Grain, além das tintas, Syrah, Malbec e Pinot Noir, foram avaliadas quanto ao perfil fenólico em HPLC. Os vinhos foram elaborados em condições industriais e também avaliados quanto ao perfil fenólico. Os resultados indicaram que as sete cultivares estudadas apresentaram características físico-químicas variadas, com composição adequada, sendo favoráveis para a elaboração de vinhos finos. As uvas estudadas apresentaram elevado conteúdo fenólico, principalmente malvidin-3-*O*-glucoside, catequina, epicatequina galato e miricetina na cultivar Malbec, influenciado pelas características ambientais da Chapada Diamantina. O vinho tinto Malbec Safra 2021 apresentou maior conteúdo de malvidin 3-*O*-glucoside, miricetina, kaempferol, ácido trans-Caftárico, *trans*-resveratrol e *cis*-resveratrol, e ácido láctico, quando comparado ao Malbec da Safra 2020. O vinho Chardonnay apresentou maiores teores dos ácidos trans-Caftático, clorogênico e cafeico, epicatequina galato e procianidina B2 em relação ao vinho Viognier, que apresentou as menores concentrações destes compostos. Os vinhos rosados estudados apresentaram as maiores concentrações de catequina e procianidina B1, além disso, o vinho Rosado *Assemblage* se destacou por apresentar o maior conteúdo de ácido málico entre as amostras avaliadas. Este estudo mostrou que a altitude da Chapada Diamantina associada a uma maior radiação solar e as baixas temperaturas, influenciou fortemente no perfil químico das uvas e dos vinhos estudados.

Palavras-chave: Viticultura tropical, vinhos de altitude, colheita de inverno, dupla poda, *Vitis vinifera* L.

CHEMICAL PROFILE OF GRAPES AND COMMERCIAL FINE WINES FROM CHAPADA DIAMANTINA, BRAZIL: FIRST HARVESTS

ABSTRACT

The Chapada Diamantina region is located in a tropical in altitude climate zone and has recently become a center for winter viticulture in the Brazilian Northeast. In high altitude conditions, the vine is managed using the double pruning technique, with two prunings and only one harvest of grapes per year. This study aimed to evaluate the physical-chemical composition, phenolic profile, and sugar and organic acid content of grapes and wines produced in Chapada Diamantina-BA. The white cultivars Sauvignon Blanc, Chardonnay, Viognier and Moscato Petit Grain, in addition to the reds, Syrah, Malbec and Pinot Noir, were evaluated for their phenolic profile in HPLC. The wines were made under industrial conditions and also evaluated for their phenolic profile. The results indicated that the seven cultivars studied presented varied physical-chemical characteristics, with adequate composition, being favorable for the production of fine wines. The grapes studied showed high phenolic content, mainly malvidin-3-O-glucoside, catechin, epicatechin gallate and myricetin in the Malbec cultivar, influenced by the environmental characteristics of Chapada Diamantina. The red wine Malbec from Harvest 2021 presented a higher content of malvidin 3-O-glucoside, myricetin, kaempferol, trans-Caftaric acid, trans-resveratrol and cis-resveratrol, and lactic acid, when compared to Malbec from Harvest 2020. The Chardonnay wine presented higher levels of trans-caftatic, chlorogenic and caffeic acids, epicatechin gallate and procyanidin B2 in relation to Viognier wine, which presented the lowest concentrations of these compounds. The rosé wines studied presented the highest concentrations of catechin and procyanidin B1, in addition, the Rosé Assemblage wine stood out for presenting the highest content of malic acid among the samples evaluated. This study showed that the altitude of Chapada Diamantina, associated with greater solar radiation and low temperatures, strongly influenced the chemical profile of the grapes and wines studied.

Keywords: Tropical viticulture, high altitude wines, winter harvest, double pruning, *Vitis vinifera* L.

INTRODUÇÃO

A videira está entre as frutíferas mais cultivadas no mundo em função da sua vasta aplicabilidade, sendo utilizada tanto para o consumo *in natura* quanto para a elaboração de vinhos e espumantes. O vinho fez-se, ao longo dos anos, um produto de grande importância econômica e está entre as bebidas mais consumidas no mundo (SOUZA, 2013; DANIELE, 2016).

De acordo com dados publicados pela Organização Internacional da Uva e do Vinho (OIV), a produção mundial de vinhos em 2022 foi de 258 milhões de hectolitros e o consumo de 232 milhões de hectolitros. O relatório da OIV indica que no Brasil foram produzidos cerca de 3,2 milhões de hectolitros, o que representa um aumento de 9% na produção, e coloca o país na 15ª posição do ranking mundial. No entanto, com relação ao consumo de vinho no mundo no ano de 2022, o Brasil registrou o consumo de 3,6 milhões de hectolitros, uma redução de 12,9% em relação ao volume registrado em 2021 (OIV, 2023). Em contrapartida, no ano de 2020 o Brasil registrou a sua maior alta no consumo de vinho no mundo, os dados mostram que o país consumiu 4,3 milhões de hectolitros, o que representa 18,4% a mais do que em 2019, sendo considerado um recorde desde o ano de 2000 (OIV, 2021).

O cultivo da videira no Brasil encontra-se concentrado principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste. A produção de uvas em 2021 foi de 1.697.680 toneladas, as quais são oriundas de diversos estados do país. Embora o volume de uvas produzidas seja elevado, a produção de vinhos finos é relativamente recente no Brasil. Entretanto, o interesse pela vitivinicultura tem se tornado interessante e a sua prática têm se intensificado nos últimos anos no país (BINATI, 2015; MELLO & MACHADO, 2022).

Atualmente no Brasil o cultivo da videira está altamente difundido, compreendendo regiões de Norte a Sul do país. A variação de altitude também é grande, desde o Rio Grande do Norte e Ceará, a 05 °S de latitude, até o Rio Grande do Sul, a 31 °S de latitude, que resulta em uma grande diversidade ambiental entre as zonas de produção, incluindo regiões de clima temperado, subtropical e tropical (SANTOS, 2015).

A viticultura de inverno foi recentemente implantada no Nordeste do Brasil, na região da Chapada Diamantina, localizada no estado da Bahia, com foco na produção de uvas e vinhos finos, esta atividade está concentrada principalmente no município de Morro do Chapéu localizado a 11° 33' 11'' S e 41° 09' 27'' W. Essa região está situada a 1.100 metros

de altitude, e o clima pode ser definido como tropical de altitude, com temperatura média anual de 19 °C e 800 mm de pluviosidade anual (TORRES *et al.*, 2013b; OLIVEIRA *et al.*, 2019a).

Em condições de altitude a videira é manejada com duas podas anuais, sendo uma poda de formação e outra de produção, com apenas uma colheita anual, podendo-se inferir que a altitude compensa a latitude, uma vez que no período de produção das uvas as condições climáticas das regiões de altitude são semelhantes a algumas regiões de clima temperado no mundo, possibilitando a obtenção de vinhos de qualidade (PEREIRA *et al.*, 2018).

O cultivo da videira e a produção de uvas em regiões de altitude apresentam características distintas das cultivadas em outras regiões do país, possibilitando que as bagas consigam atingir o ponto de maturação adequada para a elaboração de vinhos comerciais de qualidade, fazendo-se possível o cultivo de videiras *Vitis viniferas* L. e conseqüentemente a produção de vinhos finos (SOUSA, 2021).

A qualidade de um vinho é influenciada por diversos fatores, como as condições climáticas, o tipo do solo, o manejo da videira, as condições sanitárias da uva e as tecnologias de vinificação utilizadas. Sendo assim, esses fatores são os principais determinantes das características químicas que constituem o vinho, como: açúcares, álcool, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, compostos nitrogenados, entre outros. Entre as frutas, a uva é uma das maiores fontes de compostos fenólicos, em função disso, os vinhos apresentam-se como uma importante fonte destes compostos e alta capacidade antioxidante. Os compostos fenólicos são metabólitos secundários, que se encontram nos tecidos vegetais e configuram um grupo de moléculas determinantes que afetam as características físico-químicas e sensoriais dos vinhos (LANGBECKER *et al.*, 2021).

Desse modo, para que uma região vitícola seja eficiente na produção de uvas e vinhos finos de qualidade, é essencial conhecer as características agrônômicas das cultivares, uma vez que estas estão diretamente relacionadas com a composição química da uva e do vinho. Porém, pouco se sabe sobre as características de qualidade dos vinhos de inverno produzidos no Nordeste brasileiro em uma região tropical de altitude. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a composição físico-química, os teores dos principais ácidos orgânicos, açúcares e os compostos fenólicos de uvas e vinhos produzidos na Chapada Diamantina, com intuito de contribuir para melhoria da qualidade dos produtos dessa região e para o seu reconhecimento no cenário mundial.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras

O trabalho foi conduzido com uvas (*Vitis vinifera* L.) das variedades Sauvignon Blanc, Chardonnay, Viognier e Muscat Petit Grain (brancas), Syrah, Malbec e Pinot Noir (tintas), cujas uvas foram obtidas de uma região tropical de altitude no Nordeste do Brasil. As uvas foram colhidas em um vinhedo comercial no município de Morro do Chapéu – Bahia, (11° 33' 11" S e 41° 09' 27" W), localizado na Chapada Diamantina, situada a 1.100 m de altitude. O solo da região é classificado como arenoso, as videiras foram plantadas em espaçamento 2,5 x 1,5 metros sobre porta-enxerto Paulsen 1103, conduzidas em sistema espaldeira e irrigadas por gotejamento. As plantas tinham cinco anos de idade. A poda de formação foi realizada entre os meses de agosto e setembro de 2020. E a poda de produção foi realizada no mês de março de 2021. As uvas foram colhidas entre os meses de julho e agosto de 2021, de acordo com o ciclo fenológico de cada cultivar, e os dados climáticos do período de pino até a colheita das uvas estão apresentados nas Figuras 1 e 2. Os vinhos foram elaborados pela vinícola, seguindo os protocolos padrões de vinificação para brancos, tintos e rosados. Os vinhos finos comerciais das primeiras safras (2020 e 2021) foram obtidos e posteriormente foram analisados em triplicata.

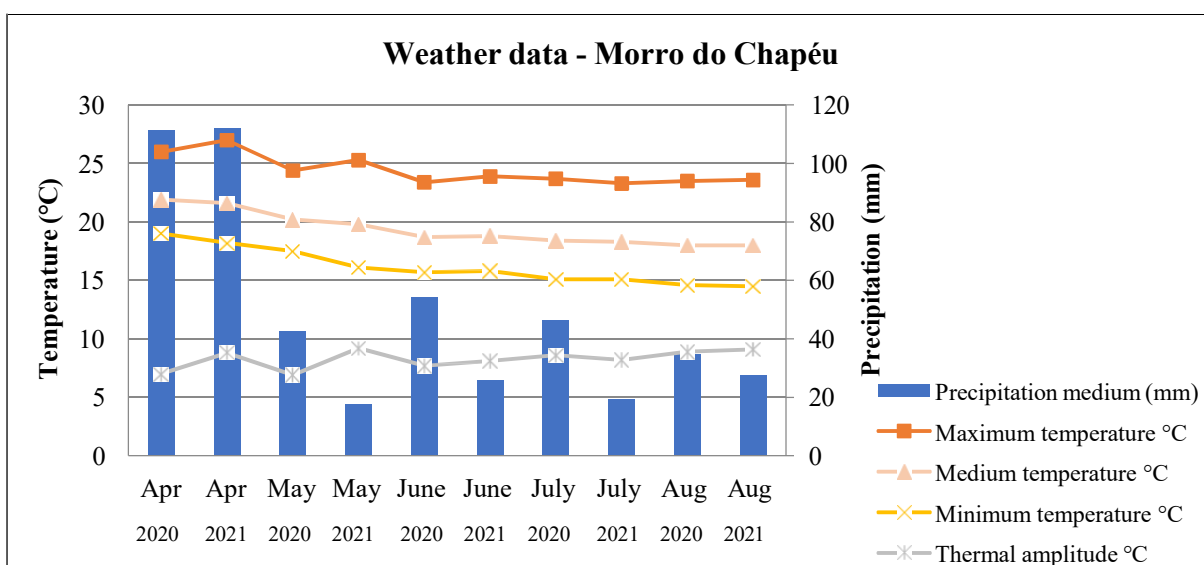


Figura 1. Dados climáticos mensais de Morro do Chapéu durante o período de estudo (do pino até a colheita da uva). Abr (Abril); Jun (Junho); Jul (Julho); Ago (Agosto).

Fonte: Dados Meteorológicos do INMET.

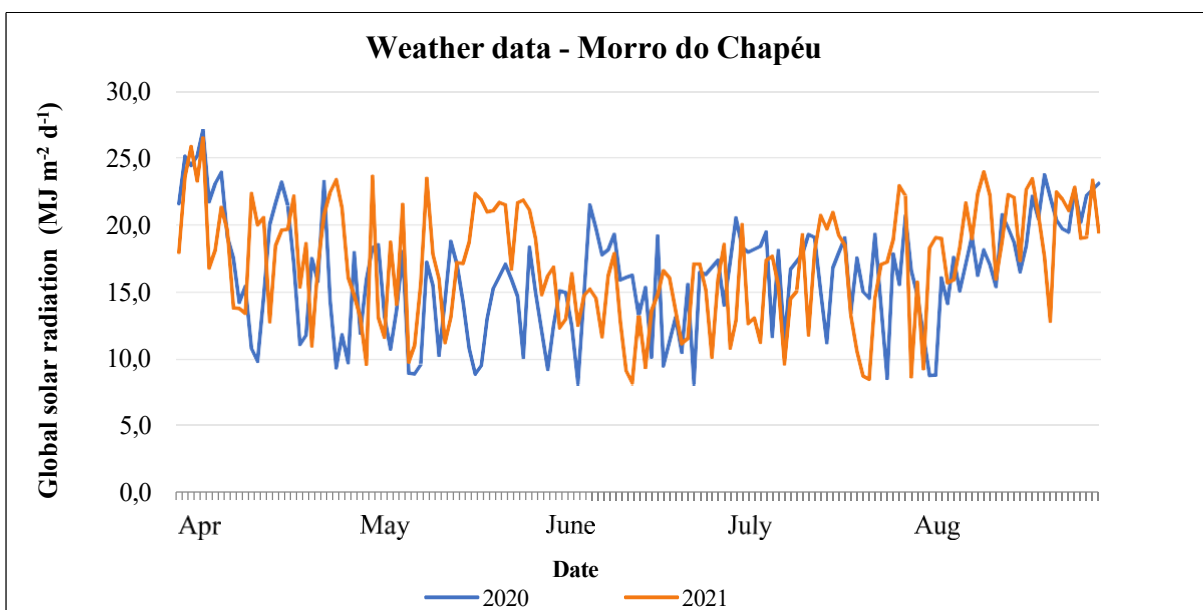


Figura 2. Radiação solar global (MJ/m²) durante o período de estudo em Morro do Chapéu, Chapada Diamantina-BA nas safras de 2020 e de 2021.

Vinificação em branco

As uvas foram desengaçadas e esmagadas utilizando uma máquina desengaçadeira-esmagadeira. Em seguida as uvas foram prensadas utilizando uma prensa do tipo pneumática. O mosto obtido da prensagem das uvas foi transferido para tanques de aço inoxidável, e foram sulfitados e clarificados. O mosto foi resfriado para decantação das borras, e posteriormente para a fermentação alcoólica fez-se a inoculação com levedura comercial, sendo esta de uma linhagem de *Saccharomyces cerevisiae*. Dias após o início da fermentação alcoólica, adicionou-se clarificante orgânico de síntese industrial polivinilpolipirrolidona (PVPP) (Clarivin[®], Ever Brasil Ltda., Garibaldi, RS, Brasil). A fermentação alcoólica ocorreu em temperatura controlada de 16°C, e a densidade do mosto foi acompanhada diariamente até a sua conclusão. Na sequência os vinhos foram clarificados utilizando o agente clarificante Bentonite (Maxibent PLUS[®], Amazon Group Ltda., Bento Gonçalves, RS, Brasil), e foram submetidos à estabilização tartárica espontânea por meio do resfriamento do vinho a uma temperatura de 3°C. Em seguida fez-se a correção do SO₂ livre e os vinhos foram engarrafados em garrafa do tipo bordalesa de 750 mL incolor, aplicando-se gás N₂ para manter a atmosfera inerte durante o fechamento, que foi feito com rolha de cortiça natural.

Vinificação em tinto

Os vinhos foram elaborados baseando-se no método tradicional descrito por Peynaud (1997). As uvas foram desengaçadas e esmagadas utilizando uma máquina desengaçadeira-esmagadeira, e transferidas para tanques de aço inoxidável, com a adição de metabissulfito de potássio, ativador de fermentação e enzima pectolítica. Para a fermentação alcoólica foi adicionada levedura comercial, sendo esta de uma linhagem de *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação alcoólica e a maceração ocorreram simultaneamente, com remontagens diárias, posteriormente, se fez a descuba e prensagem do bagaço. Em seguida, foi realizada a fermentação malolática de maneira espontânea, até completa transformação do ácido málico em láctico, comprovada por cromatografia em papel. Na sequência, os vinhos foram submetidos à estabilização tartárica. Após a estabilização tartárica corrigiu-se o SO₂ livre. Os vinhos foram engarrafados em garrafa bordalesa de 750 mL na cor âmbar, aplicando-se gás N₂ para manter a atmosfera inerte durante o fechamento, que utilizou rolha de cortiça natural.

Vinificação em rosado

O vinho rosado *Assemblage* da Safra 2020 foi obtido através de um *blend*, ou seja, de um corte realizado através de um vinho branco e de um vinho tinto, sendo este vinho elaborado pelo protocolo de vinificação em branco e em tinto, citado anteriormente. Após o *blend*, foram realizadas as análises físico-químicas para avaliação e devidas correções. Já o vinho rosado da Safra 2021 foi obtido através da prensagem direta de uvas tintas da cultivar Pinot Noir, seguindo o protocolo de vinificação em branco. Os vinhos das duas safras foram engarrafados em garrafa do tipo bordalesa de 750 mL incolor, aplicando-se gás N₂ para manter a atmosfera inerte durante o fechamento, que foi feito com rolha de cortiça natural.

Análises clássicas das uvas

Os parâmetros físico-químicos dos mostos das uvas foram avaliados seguindo os procedimentos da OIV – Organização Internacional da Uva e do Vinho (2011). Foram utilizadas 100 bagas de cada variedade por repetição, em triplicata. O teor de sólidos solúveis

totais das uvas foi avaliado utilizando refratômetro digital portátil HI 96801 (HANNA®) e os resultados foram expressos em °Brix. O pH de cada amostra foi verificado utilizando o pHmetro (TECNAL®). A acidez titulável foi analisada por titulação das amostras dos mostos das uvas com NaOH 0,1N. A amostra foi preparada utilizando uma alíquota de 5 mL de mosto, colocada em erlenmeyer completando-se o volume para 50 mL com água destilada. Para determinação do ponto de viragem foi utilizado pHmetro, sendo a titulação finalizada em pH igual a 8,2. O valor obtido foi expresso em g.L⁻¹ de ácido tartárico, a partir da seguinte fórmula:

$$\text{Acidez titulável (g L}^{-1}\text{ de ácido tartárico)} = (n \times f \times M \times 1000/V) \times 0,075$$

onde: n= volume em mL de solução de NaOH gasto na titulação; f= fator de correção da solução de NaOH; M= molaridade da solução de NaOH; V= volume da amostra em mL; 0,075 (equivalente grama do ácido tartárico).

Obtenção dos extratos das películas das uvas para avaliação do perfil fenólico

Para a avaliação dos compostos fenólicos os extratos da película das sete cultivares de uva estudadas foram preparados seguindo a metodologia de Pereira *et al.* (2006), com adaptações. Foram utilizadas 100 bagas por repetição, em triplicata. As extrações das frações da película foram realizadas com o solvente metanol 50%. Em seguida os extratos foram levados para banho ultrassônico por 20 minutos. Posteriormente, os extratos foram centrifugados a 3.000 giros, por 5 minutos. Os extratos foram filtrados em membrana de 0,45 µm (Millipore, Barueri, SP, Brasil) sendo mantida a -80 °C até o momento das análises. Este procedimento foi realizado em triplicata.

Análises físico-químicas clássicas da composição dos vinhos

Foram determinados nos vinhos o pH e a acidez titulável (expressa em g.L⁻¹ de ácido tartárico), seguindo os métodos da Organização Internacional da Vinha e do Vinho (OIV, 2011). As análises de cor dos vinhos foram realizadas através de leituras espectrofotométricas nas absorvâncias de 420, 520 e 620 nm para os vinhos tintos e rosados, e para os brancos, por leitura direta a 420 nm. A intensidade da cor (IC), para os vinhos tintos e rosados, foi obtida

pelo somatório das absorvâncias (420, 520 e 620 nm) e a tonalidade (T) foi expressa pela razão entre as absorvâncias a 420 e 520 nm, segundo metodologia descrita por Glories (1984).

Quantificação dos compostos fenólicos individuais por HPLC/DAD

Os compostos fenólicos individuais dos extratos das películas das uvas e das amostras dos vinhos foram determinados utilizando-se a metodologia de Padilha *et al.* (2017) adaptada por Dutra *et al.* (2018) utilizando um cromatógrafo líquido Agilent 1260 Infinity LC System (Agilent Technologies, Santa Clara – EUA) acoplado a um detector de arranjos de diodos (DAD) (modelo G1315D). Os dados foram processados utilizando o software OpenLAB CDS ChemStation Edition (Agilent Technologies, Santa Clara – USA). Foi utilizada uma coluna Zorbax Eclipse Plus RP-C18 (100 × 4.6 mm, 3.5 µm) e uma pré-coluna Zorbax C18 (12.6 × 4.6 mm, 5 µm) (Zorbax, USA). As amostras foram previamente diluídas em H₃PO₄ pH 2.0 (fase A), e posteriormente foram filtradas em membrana de 0.45 µm (Millex Millipore, Barueri, SP, Brazil). As fases móveis para detecção de compostos fenólicos consistiam em fase A e fase B. O solvente A utilizado foi uma solução de ácido fosfórico 0,1 M (pH 2.0) e o solvente B foi metanol acidificado com ácido fosfórico (H₃PO₄) 0,5%. O volume de injeção foi de 20 µL da amostra e a temperatura do forno utilizada foi de 35 °C. O fluxo de solventes foi de 0,8 mL min⁻¹. O gradiente utilizado na separação foi de 0-5 min: 5% B; 5-14 min: 23% B; 14-30 min: 50% B; 30-33 min: 80% B. A detecção dos compostos foi feita em 220 nm, 280 nm, 320 nm, 360 nm e 520 nm, e a identificação e quantificação por comparação com padrões externos. Os compostos fenólicos quantificados apresentaram curvas de calibração com R² > 0,995. Os limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) para todos os compostos analisados foram < 0,15 mg.L⁻¹ (LOD) e < 1,1 mg.L⁻¹ (LOQ).

Padrões externos de cianidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, catequina, procianidina B1, procianidina B2, ácido gálico, ácido siringico, ácido trans-caftárico, ácido clorogênico, ácido cafêico, ácido *p*-cumárico, hesperidina e naringenina foram adquiridos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA). Malvidina 3-glicosídeo, delphinidina 3-glicosídeo, peonidina 3-glicosídeo, petunidina 3-glicosídeo, epicatequina, epicatequina galato, epigallocatequina galato, procianidina A2, quercetina 3-glicosídeo, rutina e caempferol 3-glicosídeo foram obtidos da Extrasynthese (Genay, France). *Trans*-Resveratrol e *cis*-Resveratrol foram obtidos da Cayman Chemical Company (Michigan, EUA). Os compostos catequina, epicatequina, epicatequina gallate, epigallocatequina gallate, procianidina A2,

procianidina B1 e procianidina B2 foram detectados a 220 nm. Ácido gálico, ácido siríngico, hesperidina e cis-resveratrol foram detectados a 280 nm. Ácido trans-caftárico, ácido clorogênico, ácido cafeico, ácido p-cumárico e trans-resveratrol foram detectados a 320 nm. Miricetina, quercetina, rutina, caempferol e isorhamnetina foram detectados em 360 nm. Malvidina 3-glicosídeo, cianidina 3-glicosídeo, delphinidina 3-glicosídeo, peonidina 3-glicosídeo, petunidina 3-glicosídeo e pelargonidina 3-glicosídeo foram detectados a 520 nm. O cromatograma com o tempo de retenção dos compostos fenólicos identificados em uma das amostras avaliadas pode ser visto na Figura 3.

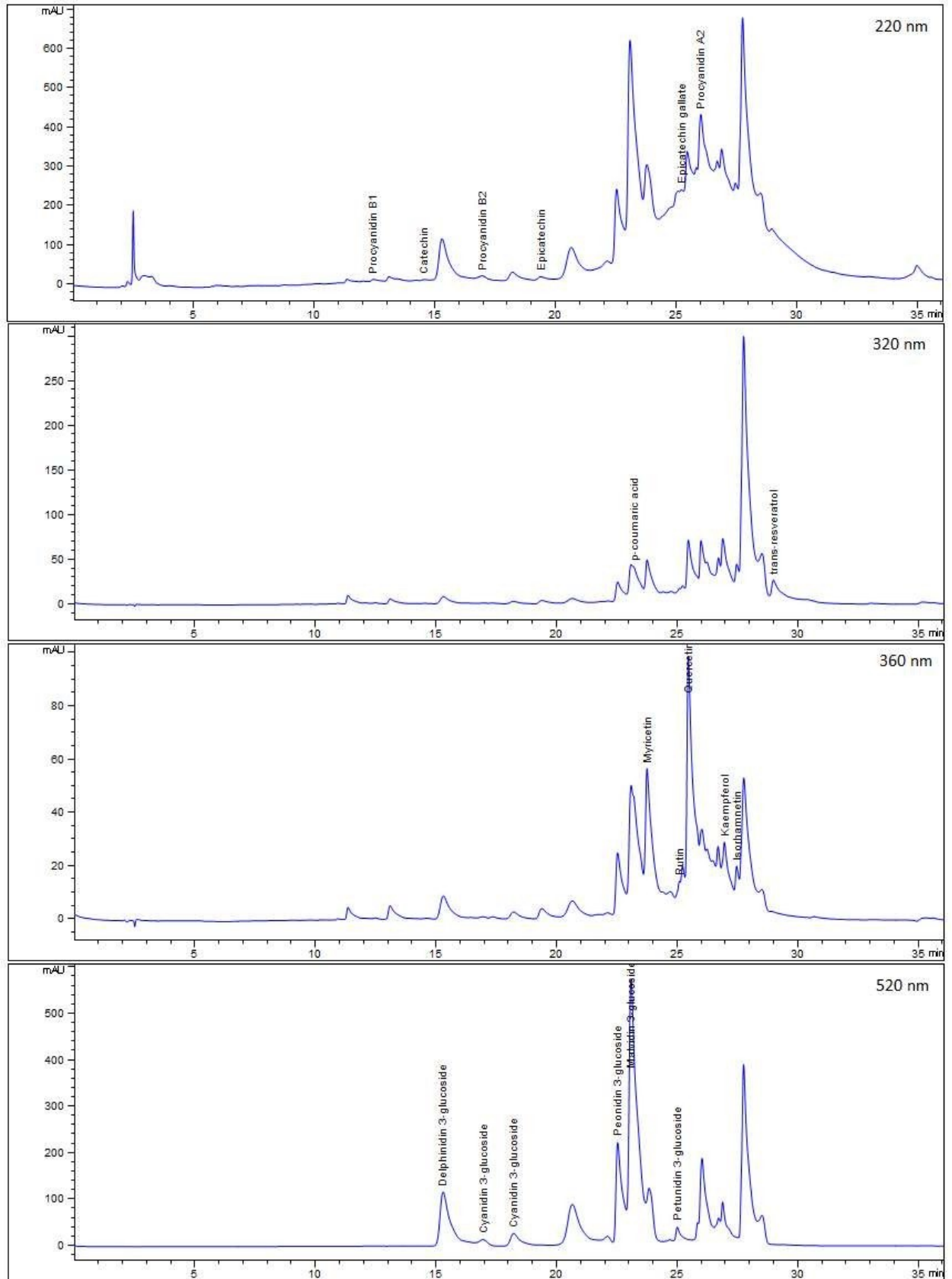


Figura 3. Cromatograma com os tempos de retenção dos compostos fenólicos identificados.

Identificação e quantificação de açúcares e ácidos orgânicos em uvas e vinhos

A quantificação dos açúcares e dos ácidos orgânicos dos mostos das uvas e dos vinhos foi realizada utilizando a metodologia descrita por Coelho *et al.* (2018). Foi utilizado um cromatógrafo líquido Agilent 1260 Infinity LC System (Agilent Technologies, Santa Clara – USA) acoplado a um detector de arranjos de diodos (DAD) (modelo G1315D) e detector de índice de refração (RID) (modelo G1362A). Uma alíquota de 500 µL de mosto das uvas ou de vinho foi diluída em 1,0 mL de água ultrapura, posteriormente filtrada em membrana de 0,45 µm (Millex Millipore, Barueri, SP, Brazil) e o volume injetado foi de 10 µL. A coluna utilizada foi a de troca iônica Agilent Hi-Plex H (300×7,7 mm) com partículas internas de 8,0 micrômetros (µm) protegidas por uma coluna de proteção PL Hi-Plex H (5×3 mm) (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, EUA). A temperatura do compartimento da coluna foi mantida a 70 °C e a célula de fluxo RID foi mantida a 50 °C. A vazão aplicada foi de 0,7 mL min⁻¹ com tempo de execução de 20 minutos. A fase foi H₂SO₄ de 0,004 mol L⁻¹ em água ultrapura. Soluções padrão foram injetadas para obter o tempo de retenção para cada composto, açúcares e ácidos orgânicos como glicose, maltose, frutose, ramnose, ácido tartárico, ácido málico, ácido láctico, ácido cítrico, ácido acético, ácido fórmico, ácido propiônico e ácido succínico foram obtidos da VETEC (Rio de Janeiro, Brasil). Para a determinação dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico, acético, fórmico, propiônico e succínico, a detecção foi realizada no DAD a 210 nm. Para os açúcares maltose, glicose, frutose e ramnose, a detecção foi realizada pelo RID. Os açúcares e os ácidos orgânicos quantificados apresentaram curvas de calibração com R² > 0,997. Os limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) para todos os compostos avaliados foram < 0,044 mg.L⁻¹ (LOD) e < 0,151 mg.L⁻¹ (LOQ).

Análise estatística

Todas as análises foram realizadas em triplicata, os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparados pelo teste de Tukey (p<0,05) utilizando o software estatístico SISVAR. A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada aos resultados obtidos para os compostos fenólicos permitindo avaliar seus efeitos nas uvas e vinhos estudados, com o auxílio do software estatístico PAST (PAleontological STatistics – versão 4.03, USA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produtividade

Os resultados obtidos da produtividade estão apresentados na Tabela 1, como pode ser observado, houve diferença estatística ($p < 0,05$) para a produtividade entre os tratamentos/cultivares avaliados. As cultivares mais produtivas na Safra de 2021 foram: a tinta Malbec (4.659 kg/ha) e a branca Moscato Petit Grain (4.175 kg/ha), seguidas pelas cultivares Syrah e Viognier, com 3.967 e 3.225 kg/ha, respectivamente. A menor produtividade pode ser observada na cultivar Pinot Noir (1.638 kg/ha). No que se refere a cultivar Chardonnay o valor médio de produtividade (2.485 kg/ha) neste estudo foi superior ao encontrado por Torres *et al.* (2013a) em trabalho realizado na mesma região, que foi de 1.320 kg/ha. Em relação à Sauvignon Blanc, esta teve uma produtividade de 2.400 kg/ha, resultado inferior ao descrito por Torres *et al.* (2013a). Estes descreveram uma produtividade de 3.280 kg/ha para esta cultivar, sob as mesmas condições de cultivo no município de Morro do Chapéu, na Chapada Diamantina, BA. As diferenças podem ter sido em função da idade das plantas, da quantidade de ciclos de produção e do tipo de poda realizada, deixando-se mais ou menos esporões e gemas por planta, o que vai definir a carga em uvas e a produtividade de uvas alcançadas.

Tabela 1. Produtividade (kg/ha) de variedades de videiras cultivadas em Morro do Chapéu, BA, na safra de 2021.

Cultivar	Data da poda	Colheita	Produtividade
Sauvignon Blanc	04/03/2021	12/07/2021	2.400 f
Chardonnay	08/03/2021	26/07/2021	2.485 e
Viognier	01/03/2021	09/07/2021	3.225 d
Moscato Petit Grain	02/03/2021	10/07/2021	4.175 b
Syrah	19/03/2021	11/08/2021	3.967 c
Malbec	17/03/2021	09/08/2021	4.659 a
Pinot Noir	19/03/2021	24/07/2021	1.638 g
Produtividade média			3.143

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Análises clássicas das uvas

Na tabela 2 são apresentados os dados das análises físico-químicas clássicas do mosto das sete variedades de uvas estudadas. Como pode ser observado, houve diferença estatística ($p < 0,05$) para todos os parâmetros analisados entre os tratamentos/cultivares. Entre as variedades brancas, a Moscato Petit Grain apresentou o maior peso de 100 bagas e conseqüentemente o maior volume de mosto (230,00 g e 142,0 mL, respectivamente). Entre as tintas, destacou-se a variedade Malbec, com 176,82 g e 117,33 mL, para o peso de 100 bagas e volume de mosto, respectivamente. Com base no que foi verificado nesse estudo, observa-se que o volume de mosto obtido para as cultivares Chardonnay, Sauvignon Blanc, Moscato Petit Grain e Syrah foram superiores aos encontrados por Torres *et al.* (2013a) para as mesmas cultivares estudadas em Morro do Chapéu.

Os valores de pH das uvas variaram entre 3,21 e 3,48 com o maior valor observado na variedade Malbec (3,48). Segundo Vilar *et al.* (2021), o pH é um parâmetro fundamental para a avaliação dos alimentos, indicando se o produto é seguro com relação ao crescimento de microrganismos. Além disso, o pH é influenciado por diversos fatores, entre eles, o estado de preservação e as condições da matéria prima utilizada. Os resultados obtidos neste estudo para o pH são semelhantes aos encontrados por Torres *et al.* (2013a), que reportaram valores de 3,20 a 3,60.

De acordo com Sun *et al.* (2017), o teor de sólidos solúveis totais é um dos parâmetros de qualidade mais utilizados. Uvas destinadas ao processamento necessitam ter no mínimo 14 °Brix (BRASIL, 2018). As uvas analisadas apresentaram alto teor de sólidos solúveis totais, 22,5 °Brix para a variedade Malbec, seguida pelas variedades Chardonnay (20,0 °Brix), Pinot Noir e Viognier, com 19,1 e 18,8 °Brix, respectivamente. Sendo assim, as variedades utilizadas encontram-se acima do valor estabelecido, estando adequadas para o processamento.

Os valores de acidez titulável variaram entre 8,85 e 12,35 g.L⁻¹. A acidez total titulável foi menor para a cultivar Malbec (8,85 g.L⁻¹). Os valores elevados de acidez total titulável foram identificados nas cultivares Chardonnay e Viognier (12,35 e 11,61 g.L⁻¹, respectivamente). Os valores de acidez total titulável, das uvas avaliadas, foram superiores aos obtidos por Torres *et al.* (2013a), para as cultivares Chardonnay, Sauvignon Blanc e Syrah, em Morro do Chapéu - BA. Os ácidos orgânicos quantificados na análise de acidez total titulável são responsáveis pelo sabor ácido das frutas, sendo variável de acordo com a espécie. De acordo com Rizzon & Sganzerla, (2007), as concentrações dos ácidos orgânicos

tartárico e málico presentes nas uvas são influenciadas pelos aspectos fisiológicos da maturação do fruto, características de solo, clima e práticas agronômicas do vinhedo.

Açúcares e Ácidos orgânicos em uvas

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados das concentrações dos açúcares e ácidos orgânicos das uvas avaliadas. Utilizando HPLC-DAD-RID foram identificados três açúcares e seis ácidos orgânicos nos mostos das uvas, sendo a glicose, a frutose e a maltose entre os açúcares, e os ácidos tartárico, málico, cítrico succínico, láctico e fórmico entre os ácidos orgânicos.

Açúcares

As cultivares estudadas apresentaram altos teores de açúcares, os valores totais dos açúcares variaram de 176,46 a 274,01 g.L⁻¹ nas amostras dos mostos das cultivares Moscato Petit Grain e Malbec, respectivamente. A glicose foi o principal açúcar encontrado nas cultivares avaliadas, o maior valor foi obtido na cultivar Malbec 142,90 g.L⁻¹, já a menor concentração de glicose foi quantificada na cultivar Moscato Petit Grain 87,16 g.L⁻¹. Com relação à frutose, os teores deste açúcar variaram de 89,10 a 130,39 g.L⁻¹, com a maior concentração obtida na cultivar Malbec, diferindo estatisticamente das demais cultivares, as quais não apresentaram-se estatisticamente diferentes entre si.

Os resultados de glicose e frutose obtidos no presente estudo para as cultivares estudadas foram inferiores aos relatados por Oliveira *et al.* (2019a) para a cultivar Syrah cultivada em Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, que variaram entre 196,01 e 209,05 mg kg⁻¹ para a glicose, e entre 139,66 e 177,95 mg kg⁻¹ para a frutose.

A maltose foi o açúcar encontrado em menores concentrações nas cultivares de uvas estudadas. Os teores de maltose variaram entre 0,17 e 1,02 g.L⁻¹, com o maior valor identificado na cultivar Syrah. Pode ser observado através da Tabela 7, que houve diferença significativa ($p < 0,05$) para todos os açúcares quantificados, indicando que existe diferença nas concentrações dos açúcares entre as cultivares de uvas avaliadas.

Os teores de açúcares encontrados neste trabalho para as sete cultivares de uva avaliadas representam uma maturação adequada da uva, resultando num bom teor de etanol durante o processo fermentativo, sem a necessidade de realizar a Chaptalização.

Ácidos orgânicos

O somatório dos ácidos orgânicos quantificados variou de 10,75 g.L⁻¹ na amostra do mosto da cultivar Moscato Petit Grain a 21,45 g.L⁻¹ no mosto da cultivar Syrah. Os principais ácidos orgânicos identificados nos mostos das uvas foram os ácidos málico, succínico e tartárico. As concentrações do ácido málico variaram entre 4,41 e 7,40 g.L⁻¹, com o maior valor quantificado no mosto da cultivar Pinot Noir. Os menores valores do ácido málico foram encontrados nas cultivares Viognier e Chardonnay, com concentrações de 4,41 e 4,52 g.L⁻¹, respectivamente. O ácido succínico, por sua vez, foi mais expressivo na cultivar Syrah (9,93 g.L⁻¹), as cultivares Moscato Petit Grain e Pinot Noir foram as que apresentaram as menores quantidades desse ácido, 0,64 e 0,68 g.L⁻¹, respectivamente. Com relação ao ácido tartárico, a cultivar que apresentou a maior concentração foi a Syrah (4,76 g.L⁻¹), diferenciando-se significativamente das demais cultivares de uvas avaliadas, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si ($p < 0,05$).

Os ácidos láctico, cítrico e fórmico também foram quantificados nos mostos das uvas avaliadas, porém estes apresentaram-se em menores quantidades. As concentrações do ácido cítrico variaram entre 0,16 e 0,55 g.L⁻¹, com maior valor médio obtido no mosto da cultivar Pinot Noir. Com relação ao teor de ácido láctico, o maior valor foi quantificado na amostra do mosto da cultivar Sauvignon Blanc (0,59 g.L⁻¹), já a cultivar Chardonnay foi a que apresentou a menor concentração desse ácido (0,06 g.L⁻¹), em contrapartida, as amostras dos mostos das cultivares Viognier, Moscato Petit Grain, Malbec, Syrah e Pinot Noir não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo as demais estatisticamente diferentes ($p < 0,05$). O ácido fórmico, por sua vez, foi mais expressivo na amostra do mosto da cultivar Malbec (0,22 g.L⁻¹) e apresentou-se em menor concentração no mosto da cultivar Chardonnay (0,03 g.L⁻¹).

Tabela 2. Análises clássicas, açúcares e ácidos orgânicos dos mostos das uvas provenientes da Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA.

Parâmetros	Variedades						
	Sauvignon Blanc	Chardonnay	Viognier	Moscato Petit Grain	Malbec	Syrah	Pinot Noir
<i>Análises clássicas</i>							
Peso (g) 100 bagas	131,33 ± 5,09 ^{cd}	139,96 ± 5,72 ^c	122,40 ± 6,50 ^{cd}	230,00 ± 17,99 ^a	176,82 ± 9,52 ^b	134,62 ± 5,63 ^{cd}	116,81 ± 10,53 ^d
Volume de mosto (mL)	92,66 ± 0,00 ^{bc}	102,00 ± 5,29 ^{bc}	86,66 ± 4,16 ^c	142,00 ± 22,53 ^a	117,33 ± 6,42 ^{ab}	93,33 ± 6,11 ^{bc}	82,66 ± 7,02 ^c
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	17,6 ± 0,0 ^e	20,0 ± 0,3 ^b	18,8 ± 0,1 ^{cd}	18,0 ± 0,4 ^{de}	22,5 ± 0,4 ^a	18,3 ± 0,20 ^{de}	19,1 ± 0,3 ^c
pH	3,41 ± 0,00 ^b	3,26 ± 0,03 ^d	3,35 ± 0,00 ^c	3,41 ± 0,01 ^b	3,48 ± 0,02 ^a	3,21 ± 0,00 ^d	3,35 ± 0,00 ^c
Acidez titulável (g.L ⁻¹)	9,75 ± 0,00 ^b	12,35 ± 0,43 ^a	11,61 ± 0,20 ^a	9,05 ± 0,60 ^b	8,85 ± 0,30 ^b	9,75 ± 0,39 ^b	9,90 ± 0,30 ^b
<i>Açúcares (g.L⁻¹)</i>							
Glicose	117,40 ± 1,93 b	103,69 ± 6,78 bc	101,57 ± 4,82 bc	87,16 ± 8,63 c	142,90 ± 0,36 a	115,50 ± 6,82 b	107,12 ± 15,7 bc
Frutose	102,49 ± 0,76 b	94,15 ± 7,07 b	89,30 ± 3,66 b	89,10 ± 11,1 b	130,39 ± 0,56 a	97,34 ± 7,14 b	94,56 ± 14,49 b
Maltose	0,30 ± 0,03 c	0,17 ± 0,08 c	0,95 ± 0,46 ab	0,20 ± 0,11 c	0,72 ± 0,28 abc	1,02 ± 0,03 a	0,34 ± 0,05 bc
∑ Açúcares	220,19 ± 2,73	198,01 ± 13,93	191,82 ± 8,02	176,46 ± 19,61	274,01 ± 0,09	213,86 ± 13,99	202,02 ± 30,24
<i>Ácidos orgânicos (g.L⁻¹)</i>							
Ácido tartárico	3,58 ± 0,19 b	3,88 ± 0,27 b	3,80 ± 0,16 b	3,45 ± 0,37 b	3,26 ± 0,09 b	4,76 ± 0,08 a	3,73 ± 0,41 b
Ácido málico	6,22 ± 0,47 a	4,52 ± 0,53 b	4,41 ± 0,21b	6,05 ± 0,68 a	6,37 ± 0,18 a	6,29 ± 0,03 a	7,40 ± 0,75 a
Ácido cítrico	0,39 ± 0,01 b	0,22 ± 0,02 cd	0,30 ± 0,02 bc	0,24 ± 0,02 cd	0,18 ± 0,0 d	0,16 ± 0,01 d	0,55 ± 0,08 a
Ácido succínico	2,58 ± 0,25 c	5,69 ± 0,01 b	4,83 ± 0,37 b	0,64 ± 0,44 d	2,48 ± 0,01 c	9,93 ± 0,63 a	0,68 ± 0,06 d

Tabela 2. (Continuação)

Parâmetros	Variedades						
	Sauvignon Blanc	Chardonnay	Viognier	Moscato Petit Grain	Malbec	Syrah	Pinot Noir
Ácido láctico	0,59 ± 0,01 a	0,06 ± 0,06 c	0,31 ± 0,04 b	0,25 ± 0,04 b	0,34 ± 0,01 b	0,26 ± 0,01 b	0,24 ± 0,03 b
Ácido fórmico	0,17 ± 0,01 ab	0,03 ± 0,01 d	0,12 ± 0,01 bc	0,12 ± 0,02 bc	0,22 ± 0,05 a	0,05 ± 0,01 cd	0,16 ± 0,03 ab
∑ Ácidos orgânicos	13,53 ± 0,95	14,40 ± 0,92	13,77 ± 0,82	10,75 ± 0,70	12,85 ± 0,31	21,45 ± 0,50	12,76 ± 1,37

Os dados representam os valores médios ± desvio padrão (n = 3) para cada amostra. Médias seguidas por mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05).

Análises clássicas dos vinhos

Os resultados obtidos para a composição físico-química dos vinhos produzidos em Morro do Chapéu, BA estão apresentados na Tabela 3. O valor de pH dos vinhos analisados variou entre 3,10 (Viognier 2020) e 3,77 (Malbec 2020). Os maiores valores de pH foram identificados nos vinhos tintos das duas safras, com valores de 3,77 e 3,60, respectivamente, indicando valores dentro do esperado, uma vez que o pH mais elevado tende potencializar a adstringência do vinho tinto, acima de 3,80 comprometendo também a estabilidade dos produtos, por risco de ação microbiológica. (FELIPPETO, CALIARI & GUERRA, 2020). O menor valor de pH foi obtido no vinho Branco Viognier safra 2020 (3,10), sendo que este valor é visto como apropriado e esperado, pois contribui para a estabilidade, bem como para a preservação dos aromas e do frescor, os quais são característicos de vinhos brancos (FELIPPETO, CALIARI & GUERRA, 2020). Segundo Whaterhouse *et al.* (2016), o pH dos vinhos varia entre 3,0 e 4,0. De acordo com os resultados de pH obtidos nos vinhos estudados, observa-se que houve diferença significativa entre o pH dos vinhos analisados e que os valores de pH dos vinhos brancos, rosados e tintos das duas safras encontram-se dentro da média esperada. Em relação ao teor alcoólico, os vinhos produzidos nas safras de 2020 e 2021 apresentaram teores dentro do estabelecido pela legislação brasileira, com destaque para os vinhos tintos da cultivar Malbec, com maiores valores, 13,0% v/v em ambas as safras. Os vinhos brancos e rosados das duas safras avaliadas não apresentaram diferença estatística entre si para o parâmetro avaliado, com teor alcoólico de 12,0% v/v nos vinhos brancos Viognier e Chardonnay, e nos vinhos rosados *Assemblage* e Pinot Noir.

Os valores de acidez total titulável dos vinhos (ATT) variaram entre 6,45 e 8,02 g.L⁻¹, resultados semelhantes aos encontrados por Torres *et al.* (2013), entre 5,47 e 8,02 g.L⁻¹, para vinhos finos experimentais produzidos com uvas da Chapada Diamantina. Verifica-se que no presente estudo não houve diferença significativa para a acidez total dos vinhos brancos Viognier safra 2020 (7,65 g.L⁻¹) e Chardonnay safra 2021 (7,80 g.L⁻¹). Os menores valores para esta variável foram obtidos nos vinhos tintos Malbec das safras de 2020 e 2021, com 6,45 e 7,20 g.L⁻¹, respectivamente. De acordo com Bender *et al.* (2017), a acidez total nos vinhos tintos é menos pronunciada que em vinhos brancos, especialmente em função da composição da uva. Os resultados de acidez total encontrado nos vinhos brancos, rosados e tintos encontram-se dentro do permitido pela Instrução Normativa N° 14, de 8 de fevereiro de 2018, que estabelece para a acidez total um limite mínimo de 40 mEq/L⁻¹ (3,00 g.L⁻¹ em ácido

tartárico) e máximo de 130 mEq/L⁻¹ (9,75 g.L⁻¹ em ácido tartárico), que são considerados como ideais para este parâmetro nos vinhos finos.

A intensidade de cor amarela do vinho branco, determinada através da leitura na absorvância a 420 nm fornece uma indicação do índice de escurecimento/acastanhamento (“Browning”) durante o envelhecimento, que é associado, principalmente, a oxidação dos polifenóis, alterando a coloração do vinho branco. No presente estudo os vinhos brancos avaliados apresentaram médias semelhantes, com maior valor observado no vinho branco Chardonnay safra 2021 (0,09) e menor valor no vinho branco Viognier safra 2020 (0,06). De acordo com Li, Guo & Wang (2008), além dos fenóis outras substâncias também podem estar envolvidas na alteração/evolução da cor dos vinhos, como aminoácidos, açúcares redutores e proteínas, assim como as eventuais interações entre essas substâncias.

A intensidade de cor (IC) nos vinhos tintos, que é obtida pela soma das absorvâncias dos três comprimentos de onda (420nm+520nm+620nm), apresentou diferença significativa, onde o vinho tinto Malbec safra 2020 apresentou cor mais intensa (12,54) em comparação ao vinho tinto Malbec da safra 2021 (12,12). Os valores encontrados são inferiores aos relatados por Torres *et al.* (2013) em vinhos tintos experimentais produzidos com uvas obtidas da Chapada Diamantina, que variam entre 15,7 e 19,9. Contudo, quando comparados aos vinhos finos produzidos em regiões de altitude do Sudeste brasileiro através de *blends* ou cortes/*assemblage* entre variedades tintas, os vinhos tintos da Chapada Diamantina estudados neste trabalho apresentam valores de intensidade de cor superiores aos encontrados por Felipeto, Caliarri & Guerra (2020), em regiões de altitude de Santa Catarina que variaram entre 8,2 e 8,6. Os valores de intensidade de cor foram expressivamente menores nos vinhos rosados estudados, como é de esperar, haja vista que vinhos rosados apresentam uma intensidade de cor com valores mais baixos. Desta forma é possível observar que não foi encontrada diferença significativa entre os vinhos rosados para o parâmetro IC. Entretanto, o vinho rosado da safra 2020 (0,53) elaborado a partir de cortes/*assemblage* obteve uma intensidade de cor mais elevada em comparação com o vinho rosado da safra 2021 (0,45) varietal, elaborado a partir da casta Pinot Noir.

Em relação à tonalidade (420nm/520 nm), os vinhos tintos Malbec apresentaram valores de 0,85 e 0,72 nas safras de 2020 e 2021, respectivamente, com diferença de 0,13 entre as safras, que pode ser explicado pelo envelhecimento do vinho da safra 2020. De acordo com Smith, Mcrae & Bindon (2015), no decorrer do envelhecimento dos vinhos, os taninos seguem sofrendo alterações químicas que ocasionam uma alteração na tonalidade dos

vinhos, da cor púrpura para o vermelho atijolado. Assim, os valores de tonalidade podem estar relacionados com o grau de polimerização dos taninos, condensação de taninos e antocianinas, e com a oxidação das combinações dos taninos com as antocianinas. Os resultados obtidos para tonalidade dos vinhos tintos no presente estudo foram próximos aos descritos por Torres *et al.* (2013), os quais relataram valores entre 0,67 e 0,72 para tonalidade dos vinhos tintos elaborados com uvas provenientes da Chapada Diamantina. Os vinhos rosados analisados no presente estudo são jovens, e apresentam valores de tonalidade de 1,53 (*Assemblage* safra 2020) e 1,32 (Pinot Noir safra 2021), os resultados obtidos são semelhantes aos valores encontrados na literatura por outros autores (SALINAS *et al.*, 2005; STÁVEK *et al.*, 2012; WIRTH *et al.*, 2012).

Tabela 3. Análises clássicas, açúcares e ácidos orgânicos de vinhos finos comerciais produzidos na Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA.

Variáveis	Safra 2020			Safra 2021		
	Branco Viognier	Rosado <i>Assemblage</i>	Tinto Malbec	Branco Chardonnay	Rosado Pinot Noir	Tinto Malbec
pH	3,10 ± 0,00 ^f	3,24 ± 0,00 ^c	3,77 ± 0,00 ^a	3,26 ± 0,00 ^c	3,25 ± 0,00 ^d	3,60 ± 0,00 ^b
Acidez Titulável (g.L ⁻¹)	7,65 ± 0,15 ^b	8,02 ± 0,07 ^a	6,45 ± 0,00 ^d	7,80 ± 0,15 ^{ab}	7,50 ± 0,15 ^{bc}	7,20 ± 0,00 ^c
Álcool (% v/v) ¹	12,0 ± 0,00 ^b	12,0 ± 0,00 ^b	13,0 ± 0,00 ^a	12,0 ± 0,00 ^b	12,0 ± 0,00 ^b	13,0 ± 0,00 ^a
A420	0,06 ± 0,00	-	-	0,09 ± 0,02	-	-
Intensidade de cor	-	0,53 ± 0,01 ^c	12,54 ± 0,01 ^a	-	0,45 ± 0,03 ^c	12,12 ± 0,19 ^b
Tonalidade	-	1,53 ± 0,01 ^a	0,85 ± 0,00 ^c	-	1,32 ± 0,05 ^b	0,72 ± 0,00 ^d
<i>Açúcares (g.L⁻¹)</i>						
Glicose	0,14 ± 0,0 ^{ab}	0,21 ± 0,0 ^a	0,20 ± 0,0 ^a	0,07 ± 0,07 ^b	0,16 ± 0,0 ^a	ND
Frutose	ND	ND	0,01 ± 0,0	ND	ND	ND
Maltose	0,23 ± 0,0 ^c	0,22 ± 0,01 ^c	0,35 ± 0,01 ^b	0,43 ± 0,01 ^a	0,21 ± 0,0 ^c	0,06 ± 0,05 ^d
Ramnose	ND	ND	0,06 ± 0,01	ND	ND	0,42 ± 0,02
∑ Açúcares	0,37 ± 0,0	0,43 ± 0,01	0,62 ± 0,0	0,50 ± 0,08	0,37 ± 0,0	0,48 ± 0,07
<i>Ácidos orgânicos (g.L⁻¹)</i>						
Ácido tartárico	2,63 ± 0,02 ^b	2,65 ± 0,12 ^b	0,71 ± 0,36 ^c	3,30 ± 0,04 ^a	2,46 ± 0,01 ^b	3,35 ± 0,22 ^a
Ácido málico	2,14 ± 0,02 ^c	3,66 ± 0,08 ^a	0,73 ± 0,01 ^d	2,95 ± 0,23 ^b	2,14 ± 0,03 ^c	0,33 ± 0,22 ^e
Ácido láctico	2,94 ± 0,01 ^c	1,25 ± 0,01 ^d	7,29 ± 0,18 ^a	0,33 ± 0,04 ^e	2,60 ± 0,08 ^c	6,12 ± 0,29 ^b
Ácido cítrico	0,23 ± 0,0 ^a	0,37 ± 0,02 ^a	0,56 ± 0,56 ^a	0,63 ± 0,04 ^a	0,39 ± 0,0 ^a	ND

Tabela 3. (Continuação)

Variáveis	Safrá 2020			Safrá 2021		
	Branco Viognier	Rosado <i>Assemblage</i>	Tinto Malbec	Branco Chardonnay	Rosado Pinot Noir	Tinto Malbec
Ácido fórmico	0,07 ± 0,0 ^c	0,12 ± 0,0 ^b	ND	0,21 ± 0,01 ^a	0,08 ± 0,0 ^c	0,03 ± 0,00 ^d
Ácido propiônico	0,46 ± 0,0 ^c	0,32 ± 0,0 ^d	0,56 ± 0,0 ^b	ND	0,31 ± 0,0 ^d	0,70 ± 0,04 ^a
Ácido acético	0,14 ± 0,0 ^c	0,06 ± 0,06 ^c	0,87 ± 0,01 ^a	ND	0,14 ± 0,0 ^c	0,68 ± 0,04 ^b
∑ Ácidos orgânicos	8,61 ± 0,07	8,43 ± 0,29	10,72 ± 0,02	7,42 ± 0,38	8,12 ± 0,07	11,21 ± 0,62

Os dados representam os valores médios ± desvio padrão (n = 3) para cada amostra. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05) para os vinhos da Safrá 2020 e Safrá 2021.

¹ Informação do rótulo.

Açúcares e Ácidos orgânicos em vinhos

Os resultados médios das concentrações dos açúcares e ácidos orgânicos dos vinhos estudados estão apresentados na Tabela 3. Utilizando HPLC-DAD-RID foram identificados 4 açúcares e 7 ácidos orgânicos nas amostras dos vinhos avaliadas.

Açúcares

Os valores totais dos açúcares quantificados nos vinhos variaram de 0,37 a 0,62 g.L⁻¹. A maltose foi o principal açúcar identificado nas amostras dos vinhos avaliados. Entre os açúcares quantificados, a maltose foi o único açúcar presente em todas as amostras de vinhos avaliadas, suas concentrações variaram de 0,06 a 0,43 g.L⁻¹, com o menor e o maior valor quantificados no vinho tinto Malbec e no vinho branco Chardonnay, respectivamente, ambos os vinhos da safra 2021. Em um estudo realizado por Coelho *et al.* (2018) foram caracterizados os vinhos elaborados na região Nordeste do Brasil, onde os vinhos tintos apresentaram concentrações de maltose variando entre 0,11 e 0,49 g.L⁻¹. Estes mesmos autores relataram valor de 0,58 g.L⁻¹ de maltose para o vinho branco Chenin Blanc. Dessa forma, as concentrações de maltose relatadas pelos autores mencionados corroboram com o presente trabalho.

As concentrações de glicose variaram de 0,07 a 0,21 g.L⁻¹. O menor valor de glicose foi quantificado no vinho branco Chardonnay da safra 2021, que não apresentou diferença significativa para a amostra do vinho branco Viognier da safra 2020 (0,14 g.L⁻¹). Contudo, os maiores valores de glicose foram quantificados nos vinhos rosados das safras 2020 e 2021 e no vinho tinto Malbec da safra 2020. Ressaltando que na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2021 a glicose não foi detectada ou apresentou-se em quantidade abaixo do limite de quantificação do método. Coelho *et al.* (2018) relataram concentrações de glicose que variaram de 0,04 a 1,23 g.L⁻¹ em vinhos tintos do Vale do São Francisco.

Entre os açúcares quantificados nos vinhos estudados, a frutose foi a que apresentou a menor concentração, sendo identificada apenas na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2020 (0,009 g.L⁻¹), nas demais amostras de vinhos avaliadas essa substância não foi detectada ou apresentou-se em quantidade abaixo do limite de quantificação do método.

A ramnose por sua vez, foi quantificada apenas nas amostras dos vinhos tintos Malbec das safras 2020 e 2021, as concentrações foram de 0,06 e 0,42 g.L⁻¹, respectivamente. Esses resultados estão de acordo com os relatados por Coelho *et al.* (2018) para vinhos tintos

produzidos a partir de uvas Barbera, Touriga Nacional, Petit Verdot, Ruby Cabernet, Syrah e Tempranillo no Nordeste do Brasil. Nos vinhos brancos e rosados das duas safras a ramnose não foi detectada ou apresentou-se abaixo do limite de quantificação do método.

Vale destacar que os principais açúcares, glicose e frutose, foram detectados e quantificados em baixas concentrações, visto que todos os vinhos foram fermentados completamente, estando secos, permanecendo apenas resíduos de açúcares nos vinhos brancos, rosados e tintos, sendo classificados como “secos”.

Ácidos orgânicos

Os resultados obtidos para ácidos orgânicos estão apresentados na Tabela 3. O somatório dos ácidos orgânicos quantificados nos vinhos variou de 7,42 a 11,21 g.L⁻¹. Os principais ácidos orgânicos identificados nos vinhos foram o ácido láctico, tartárico e málico. O ácido láctico esteve presente em maior quantidade na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2020 (7,29 g.L⁻¹), demonstrando que ocorreu a fermentação malolática deste vinho, comprovado pelo baixo valor de ácido málico. Com relação ao ácido tartárico, o vinho branco Chardonnay e o vinho tinto Malbec, ambos da safra 2021, apresentaram os maiores valores quantificados desse ácido, 3,30 e 3,35 g.L⁻¹, respectivamente. Em contrapartida, o vinho tinto Malbec da safra 2020 (0,71 g.L⁻¹) foi o que apresentou a menor concentração de ácido tartárico entre as amostras de vinho avaliadas.

As concentrações do ácido málico nas amostras de vinhos avaliadas variaram entre 0,33 e 3,66 g.L⁻¹, com o maior valor obtido no vinho rosado *Assemblage* safra 2020. Observam-se altos valores de ácido málico na amostra do vinho Chardonnay 2021 (2,95 g.L⁻¹), assim como do vinho rosado *Assemblage*. Esses dados podem ser indicadores da não realização da fermentação malolática nestes vinhos. Para os vinhos tintos Malbec das Safras 2020 e 2021 pode-se observar baixos valores de ácido málico (0,73 e 0,33 g.L⁻¹, respectivamente), o que indica que a fermentação malolática foi bem sucedida, ou seja, foi realizada de forma completa nos vinhos tintos avaliados. Todavia, a fermentação malolática foi realizada de forma parcial no vinho branco Viognier safra 2020 e no vinho rosado Pinot Noir safra 2021, cujas concentrações de ácido málico encontradas nestes vinhos foram de 2,14 g.L⁻¹.

As concentrações de ácido cítrico variaram de 0,23 a 0,63 g.L⁻¹, nos vinhos das duas safras avaliadas (2020 e 2021), não sendo detectado ou estando abaixo do limite de quantificação do método na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2021. Observa-se que nas

amostras dos vinhos em que o ácido cítrico foi quantificado, estas não apresentaram diferenças significativas entre si ($p < 0,05$) para esse ácido.

O ácido acético e o ácido propiônico também foram identificados nas amostras dos vinhos avaliadas, cujas concentrações variaram de 0,06 a 0,87 g.L⁻¹ e de 0,31 a 0,70 g.L⁻¹, respectivamente, com exceção da amostra do vinho branco Chardonnay da safra 2021, na qual ambos os ácidos não foram detectados ou apresentaram-se abaixo do limite de quantificação do método.

O ácido fórmico, por sua vez, foi o ácido orgânico que apresentou-se nas concentrações mais baixas entre todos quantificados (0,03 – 0,21 g.L⁻¹), sendo o maior valor obtido na amostra do vinho branco Chardonnay da safra 2021.

As concentrações dos ácidos tartárico, málico, láctico, cítrico e acético encontrados nos vinhos tintos do presente estudo são superiores as relatadas por Oliveira *et al.* (2019b) para vinhos obtidos da cultivar Syrah provenientes de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina-BA.

Com relação às concentrações elevadas do ácido tartárico quantificado neste trabalho, estas estão associadas à região de cultivo das uvas que originaram os vinhos. Uma vez que estes mesmos autores justificam que as elevadas concentrações do ácido tartárico podem estar relacionadas com a influência das condições de temperatura, maior taxa fotossintética nas bagas, altas concentrações de cálcio e potássio, e a maior radiação solar e a baixa amplitude térmica da região estudada.

Assim, pelo perfil de ácidos orgânicos, fica evidenciada uma boa maturação da uva, bem como, uma boa sanidade da uva e vinificação sem contaminações, uma vez que o teor de ácido acético está dentro da normalidade. Com relação aos elevados valores de ácido láctico quantificados nos vinhos tintos avaliados, sabe-se que o ácido láctico é resultante da fermentação malolática, mas nesse caso pode ter sido adicionado como um agente de correção da acidez (acidulante), resultando nos elevados valores encontrados.

Perfil fenólico das uvas

O perfil fenólico das uvas estudadas é apresentado na Tabela 4. A análise de compostos fenólicos individuais por HPLC-DAD quantificou 24 substâncias nos extratos das películas das uvas. Os compostos quantificados encontram-se agrupados nas classes: antocianinas ($n = 6$), flavanóis ($n = 7$), flavonóis ($n = 5$), flavanona ($n = 1$), ácidos fenólicos ($n = 4$) e estilbeno ($n = 1$).

Antocianinas

O total antocianinas quantificadas por HPLC-DAD nas uvas tintas estudadas variou de 2475,50 a 10127,20 mg kg⁻¹. As antocianinas identificadas nos extratos das películas das cultivares de uvas tintas Malbec, Syrah e Pinot Noir avaliadas foram a malvidin 3-*O*-glucoside, delphinidin 3-*O*-glucoside, cyanidin 3-*O*-glucoside, peonidin 3-*O*-glucoside, petunidin 3-*O*-glucoside, pelargonidin 3-*O*-glucoside.

Dentre as antocianinas quantificadas no presente estudo a malvidin 3-*O*-glucoside foi presente em maior quantidade nas películas das uvas. A maior concentração deste composto foi obtida na cultivar Malbec (7491,10 mg kg⁻¹), seguida pelas cultivares Syrah e Pinot Noir, com 4896,70 e 1928,10 mg kg⁻¹, respectivamente. Em estudo prévio de Oliveira *et al.* (2019a) foram caracterizadas as películas da uva Syrah originadas da Chapada Diamantina, das safras 2014 e 2015, que encontraram concentrações de malvidin 3-*O*-glucoside de 15,91 e 11,36 mg kg⁻¹ para as respectivas safras.

A antocianina quantificada que se apresentou em menor concentração nas películas das uvas Malbec (378,10 mg kg⁻¹), Syrah (180,00 mg kg⁻¹) e Pinot Noir (24,10 mg kg⁻¹) foi a delphinidin 3-*O*-glucoside. Ressaltando que, a antocianina pelargonidin 3-*O*-glucoside estava presente nas amostras das três uvas tintas, mas em quantidade abaixo do limite de quantificação do método nas amostras das cultivares Malbec e Syrah e, portanto, só foi quantificada na cultivar Pinot Noir (108,60 mg kg⁻¹).

Contudo, as concentrações das antocianinas encontradas nos extratos das películas das uvas tintas Syrah, Malbec e Pinot Noir do presente estudo são superiores as relatadas por Oliveira *et al.* (2019a) em películas de uvas Syrah originadas da Chapada Diamantina-BA.

Tabela 4. Perfil fenólico dos extratos das películas de uvas brancas e tintas provenientes da Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA.

Phenolic compounds (mg kg ⁻¹ FW)	Variedades						
	Sauvignon Blanc	Chardonnay	Viognier	Moscato Petit Grain	Malbec	Syrah	Pinot Noir
<i>Anthocyanins</i>							
Malvidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	-	-	-	7491,10 ± 104,09 a	4896,70 ± 510,30 b	1928,10 ± 459,10 c
Delphinidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	-	-	-	378,10 ± 74,50 a	180,00 ± 43,40 b	24,10 ± 10,70 c
Cyanidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	-	-	-	995,00 ± 515,60 a	299,70 ± 71,30 b	38,30 ± 17,10 b
Peonidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	-	-	-	764,50 ± 122,30 a	636,60 ± 137,00 a	376,40 ± 120,80 b
Petunidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	-	-	-	498,50 ± 83,30	237,90 ± 54,70	ND
Pelargonidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	-	-	-	ND	ND	108,60 ± 41,60
∑ Anthocyanins					10127,20 ± 900,60	6250,90 ± 816,70	2475,50 ± 649,30
<i>Flavanols</i>							
Catechin	ND	3,70 ± 3,70 a	5,70 ± 0,10 a	ND	87,30 ± 81,50 a	5,80 ± 0,0 a	3,00 ± 3,00 a
Epicatechin	ND	12,20 ± 12,20 a	5,80 ± 0,80 a	ND	5,70 ± 5,70 a	8,40 ± 1,20 a	1,40 ± 1,40 a
Epigallocatechin gallate	ND	ND	ND	ND	31,10 ± 31,10	ND	ND
Epicatechin gallate	27,30±20,10 a	38,10 ± 2,90 a	33,00 ± 6,00 a	3,20 ± 0,0 a	41,50 ± 22,70 a	23,40 ± 3,60 a	41,10 ± 32,10 a
Procyanidin A2	20,40 ± 9,00 b	50,20 ± 2,60 b	41,70 ± 6,10 b	13,30 ± 1,10 b	35,40 ± 25,40 b	372,30 ± 119,90 a	38,00 ± 8,80 b
Procyanidin B1	ND	2,40 ± 1,60 a	1,60 ± 0,20 a	ND	7,00 ± 4,60 a	2,40 ± 0,20 a	0,40 ± 0,40 a
Procyanidin B2	ND	3,40 ± 3,40 a	1,60 ± 1,60 a	ND	6,70 ± 6,70 a	8,60 ± 1,60 a	ND
∑ Flavanols	47,70 ± 29,10	110,00 ± 26,40	89,40 ± 14,80	16,50 ± 1,10	214,70 ± 177,70	420,90 ± 126,50	83,90 ± 45,70
<i>Flavonols</i>							

Myricetin	ND	ND	ND	ND	2309,30 ± 247,30 a	1221,20 ± 115,60 b	379,30 ± 89,30 c
Quercetin	83,50±30,70 b	147,30 ± 55,10 ab	121,70 ± 40,5 b	53,60 ± 1,20 b	77,50 ± 50,50 b	277,20 ± 72,80 a	84,80 ± 10,80 b
Rutin	4,80±4,80 b	14,80 ± 4,60 ab	12,50 ± 4,1 b	ND	25,30 ± 4,30 a	14,60 ± 3,40 ab	6,70 ± 0,10 b
Kaempferol	13,70±13,70 d	109,80 ± 38,40 a	79,90 ± 23,3 abc	37,40±3,6 bcd	98,50 ± 12,70 ab	94,50 ± 24,50 ab	21,90 ± 2,70 cd
Isorhamnetin	ND	ND	ND	ND	67,40 ± 12,80	37,50 ± 5,10	ND
∑ Flavonols	102,00±49,20	271,90 ± 98,10	214,10 ± 67,90	91,00 ± 4,80	2578,00 ± 327,60	1645,00 ± 221,40	492,70 ± 102,90
<i>Flavanones</i>							
Hesperidin	8,40 ± 8,40 b	49,90 ± 32,90 ab	39,60 ± 28,8 ab	20,80 ± 5,4 b	87,70 ± 14,30 a	48,60 ± 4,40 ab	11,70 ± 0,50 b
∑ Flavanones	8,40 ± 8,40	49,90 ± 32,90	39,60 ± 28,8	20,80 ± 5,4	87,70 ± 14,30	48,60 ± 4,40	11,70 ± 0,50
<i>Phenolic acids</i>							
Gallic acid	ND	7,60 ± 7,60	2,50 ± 0,3	ND	ND	ND	ND
Syringic acid	ND	ND	ND	ND	15,60 ± 15,60	ND	ND
Chlorogenic acid	ND	ND	ND	ND	14,40 ± 14,40	ND	ND
ρ-Coumaric acid	ND	ND	ND	ND	73,50 ± 0,90 a	42,50 ± 3,50 b	13,10 ± 6,70 c
∑ Phenolic acids	-	7,60 ± 7,60	2,50 ± 0,3	-	103,50 ± 30,90	42,50 ± 3,50	13,10 ± 6,70
<i>Stilbenes</i>							
<i>trans</i> -Resveratrol	ND	ND	ND	ND	ND	14,40 ± 5,80	ND
∑ Stilbenes	-	-	-	-	-	14,40 ± 5,80	-
Total Phenolics	158,10±29,01	439,40±159,10	345,60±106,50	128,30±9,43	13111,10±1245,20	8422,30±1170,60	3076,90±710,60

Os dados representam os valores médios com ± desvio padrão (n = 3) para cada amostra. Médias seguidas por mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05). Concentrações expressas em mg kg⁻¹ de peso fresco de uva.

ND = Não detectado, abaixo do limite de detecção do método.

Flavanóis

Os flavanóis quantificados nos extratos das películas das uvas variaram de 16,50 a 420,90 mg kg⁻¹. A catequina foi o principal flavanol encontrado na cultivar Malbec (87,30 mg kg⁻¹), e também foi o que apresentou valor expressivamente superior quando comparado aos valores de catequina das outras variedades de uva avaliadas, apesar de não diferirem estaticamente entre si. Em estudo realizado por Obreque-Slier, Herrera-Bustamante e López-Solís (2021) para avaliar os compostos fenólicos presentes nas películas de seis variedades de uvas viníferas em diferentes estágios do amadurecimento, a cultivar Malbec apresentou concentrações de catequina variando de 5,0 a 5,7 mg kg⁻¹, sendo estes valores inferiores aos encontrados no presente estudo.

As concentrações de epicatequina variaram de 1,40 a 12,20 mg kg⁻¹, com maior valor encontrado na cultivar branca Chardonnay (12,20 mg kg⁻¹), seguida pela cultivar tinta Syrah (8,40 mg kg⁻¹), sendo estes valores superiores aos relatados na literatura por Rodríguez Montealegre *et al.* (2006), ao avaliarem os compostos fenólicos em cascas e sementes de dez variedades de uvas *Vitis vinifera* cultivadas em clima quente, que relatam concentrações de epicatequina de 5,8 e 6,9 mg kg⁻¹, nos extratos das películas das cultivares Chardonnay e Syrah, respectivamente.

A epicatequina galato esteve presente nas sete cultivares estudadas variando de 3,20 a 41,50 mg kg⁻¹. A epigallocatequina galato só foi quantificada na cultivar Malbec (31,10 mg kg⁻¹), nas demais amostras de uvas avaliadas esse flavanol estava presente, mas em quantidade abaixo do limite de quantificação do método nas amostras das cultivares.

A principal proantocianidina identificada nos extratos das películas das uvas brancas e tintas avaliadas foi a procianidina A2 (13,30 - 372,30 mg kg⁻¹). O maior valor deste composto foi obtido na cultivar Syrah (372,30 mg kg⁻¹), e o menor valor foi obtido na cultivar Moscato Petit Grain (13,30 mg kg⁻¹). A procianidina B1 foi encontrada em maior quantidade na cultivar Malbec (7,00 mg kg⁻¹) e o menor valor foi obtido na cultivar Pinot Noir (0,40 mg kg⁻¹). Apesar do baixo valor encontrado não houve diferença significativa para este composto entre as cultivares avaliadas. Além disso, a procianidina B1 apresentou-se abaixo do limite de quantificação do método nas cultivares brancas Sauvignon Blanc e Moscato Petit Grain.

As concentrações de Procyanidin B2 variaram de 1,60 a 8,60 mg kg⁻¹ para as cultivares Chardonnay, Viognier, Malbec e Syrah, não diferindo estatisticamente entre si. O valor de procianidina B2 obtido no presente estudo para cultivar Syrah (8,60 mg kg⁻¹), foi superior ao encontrado por Rodríguez Montealegre *et al.* (2006) ao avaliarem os compostos

fenólicos em cascas e sementes de cultivares de uvas *Vitis vinifera* cultivadas em Castilla-La Mancha, região de clima quente na Espanha, que encontraram concentração de 0,75 mg kg⁻¹ nos extratos das películas da cultivar Syrah, e inferior aos relatados por Oliveira *et al.* (2019a) em películas de uvas Syrah originadas da Chapada Diamantina (11,92 e 18,97 mg kg⁻¹).

As maiores concentrações de flavanóis encontradas nas películas das uvas estudadas, provavelmente estão relacionadas às condições climáticas da Chapada Diamantina, haja vista que esta é uma região de altitude, há o maior índice de radiação solar, favorecendo a síntese de compostos fenólicos durante o amadurecimento da uva. Em estudo realizado por Koyama *et al.* (2012), onde a influência da luz na síntese de flavanóis e proantocianidinas em bagas (jovens) de uva Cabernet Sauvignon, mostra que a incidência de luz UV nas bagas das uvas proporciona uma elevada concentração de flavanóis nas películas, contudo não desempenham ação direta nos teores de proantocianidinas, os quais reduziram ao longo da maturação da uva.

Flavonóis e Flavanonas

O somatório de flavonóis quantificados nas amostras das uvas avaliadas variou de 91,00 a 2578,00 mg kg⁻¹. Entre os flavonóis quantificados a miricetina apresentou as concentrações mais elevadas, que variaram entre 379,30 e 2309,30 mg kg⁻¹, estando presente somente nas cultivares tintas avaliadas, com destaque para a cultivar tinta Malbec (2309,30 mg kg⁻¹). Sendo superior aos valores encontrados na literatura por Obreque-Slier, Herrera-Bustamante e López-Solís (2021), em um estudo dos compostos fenólicos presentes nas películas de seis cultivares *Vitis vinifera* em diferentes estágios do amadurecimento, que encontraram valores de miricetina variando de 32,7 a 64,2 mg kg⁻¹ para a cultivar Malbec.

Já a rutina foi o flavonol que apresentou-se nas concentrações mais baixas entre todas cultivares quantificadas (4,80 - 25,30 mg kg⁻¹). Os únicos flavonóis identificados nas sete cultivares de uvas estudadas foi a quercetina e o caempferol, estes apresentaram concentrações que variaram entre 53,60 e 277,20 mg kg⁻¹, 13,70 e 109,80 mg kg⁻¹, respectivamente. Os valores de rutina, quercetina e caempferol obtidos nos extratos das películas das cultivares Chardonnay, Sauvignon Blanc, Syrah e Pinot Noir do presente estudo são superiores aos relatados por Pantelic' *et al.* (2016) em um estudo da identificação e quantificação de compostos fenólicos na casca, polpa e sementes de bagas de 13 variedades de videira cultivadas na Sérvia, para as cultivares mencionadas.

A Isorhamnetin foi quantificada apenas nas cultivares Syrah e Malbec cujos valores encontrados foi 37,50 e 67,40 mg kg⁻¹, respectivamente. Para as outras cinco cultivares

estudadas este flavonol não foi detectado ou encontrou-se abaixo do limite de quantificação do método.

Entre as flavanonas quantificadas apenas a hesperidina foi identificada nos extratos das películas de todas as variedades de uva estudada. A maior concentração desta flavanona foi quantificada na cultivar tinta Malbec (87,70 mg kg⁻¹). Entre as cultivares brancas a maior concentração de hesperidina foi quantificada na cultivar Chardonnay (49,90 mg kg⁻¹) seguida pela cultivar Viognier (39,60 mg kg⁻¹) que não diferiram estatisticamente da cultivar tinta Syrah (48,60 e mg kg⁻¹). Os menores valores de hesperidina foram quantificados nas cultivares brancas Sauvignon Blanc (8,40 mg kg⁻¹), Moscato Petit Grain (20,80 mg kg⁻¹) e na tinta Pinot Noir (11,70 mg kg⁻¹).

Ácidos fenólicos e Estilbenos

O somatório dos ácidos fenólicos quantificados nos extratos das películas das sete variedades de uva variaram de 2,50 a 103,50 mg kg⁻¹. O ácido *p*-cumárico foi o único ácido fenólico que esteve presente nas três cultivares tintas, sendo quantificado em maior concentração na cultivar Malbec (73,50 mg kg⁻¹) seguida pelas cultivares Syrah (42,50 mg kg⁻¹) e Pinot Noir (13,10 mg kg⁻¹), nas cultivares brancas este ácido fenólico não foi detectado ou apresentou-se abaixo do limite de quantificação do método. O ácido clorogênico e o ácido siríngico foram quantificado somente na cultivar Malbec, com concentrações de 14,40 e 15,60 mg kg⁻¹, respectivamente.

O ácido gálico somente foi quantificado nas cultivares brancas Chardonnay e Viognier, com concentrações de 7,60 e 2,50, mg kg⁻¹, respectivamente, nas demais cultivares avaliadas este ácido fenólico também encontrou-se abaixo do limite de quantificação do método.

Neste trabalho o *trans*-resveratrol foi o único estilbeno detectado nas amostras avaliadas. Este composto fenólico foi quantificado somente no extrato da película da cultivar Syrah, apresentando concentração de 14,40 mg kg⁻¹. Nas amostras das demais cultivares estudadas o *trans*-resveratrol apresentou-se em quantidade abaixo do limite de quantificação do método. O conteúdo de *trans*-resveratrol obtido no presente estudo para a cultivar Syrah é superior aos relatados por Oliveira *et al.* (2019a) em extratos das películas de uvas Syrah originadas da Chapada Diamantina (4,11 e 4,72 mg kg⁻¹) e do Vale do São Francisco (5,71 e 8,17 mg kg⁻¹).

Perfil fenólico dos vinhos brancos e rosados

O perfil fenólico dos vinhos brancos e rosados estudados estão apresentados na Tabela 5. Foram quantificados 13 compostos fenólicos nos vinhos, sendo 7 flavanóis, 4 ácidos fenólicos, 1 flavanona e 1 antocianina, sendo esta última quantificada apenas nos vinhos rosados.

Antocianinas

Nos vinhos rosados deste trabalho a única antocianina quantificada foi a malvidina 3-*O*-glicosídeo. Apesar das diferenças observadas na concentração de malvidina 3-*O*-glicosídeo nos vinhos das duas safras avaliados, as amostras apresentaram um perfil similar, sendo que o vinho rosado da safra 2021 (6,15 mg.L⁻¹) elaborado com uvas da variedade Pinot Noir apresentou maior concentração deste composto em comparação com o vinho rosado *Assemblage* da safra 2020 (3,36 mg.L⁻¹).

As antocianinas delphinidina 3-*O*-glicosídeo, cianidina 3-*O*-glicosídeo, peonidina 3-*O*-glicosídeo, petunidina 3-*O*-glicosídeo e pelargonidina 3-*O*-glicosídeo, não foram detectadas nos vinhos rosados avaliados ou encontraram-se em quantidade abaixo do limite de quantificação do método, uma vez que estas foram encontradas nas películas das cultivares de uvas tintas estudadas no presente trabalho. A ausência destas antocianinas nos vinhos rosados avaliados pode ser justificada pelas tecnologias de vinificações empregadas na elaboração dos vinhos, como por exemplo, a ausência ou o mínimo contato da parte sólida (película) com o mosto, minimizando a extração das antocianinas, visto que a maior concentração destes compostos é encontrada na película da uva, ou ainda pela ocorrência de possíveis alterações na composição fenólica do vinho.

Em contrapartida Ribéreau-Gayon *et al.* (2003) relatam que normalmente o conteúdo fenólico do vinho não depende somente das concentrações dos compostos fenólicos existentes na uva, visto que durante a etapa de maceração a extração destes compostos depende de alguns fatores, como o grau de maturação fenólica da uva, e também do teor de etanol presente no mosto, que contribui para a extração dos compostos da película da uva para o vinho.

Tabela 5. Perfil fenólico dos vinhos comerciais produzidos na Chapada Diamantina, Morro do Chapéu - BA.

Phenolic compounds (mg.L ⁻¹)	Safrá 2020		Safrá 2021	
	Branco Viognier	Rosado <i>Assemblage</i>	Branco Chardonnay	Rosado Pinot Noir
<i>Anthocyanins</i>				
Malvidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	3,36 ± 0,54	-	6,15 ± 0,24
Delphinidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	ND	-	ND
Cyanidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	ND	-	ND
Peonidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	ND	-	ND
Petunidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	ND	-	ND
Pelargonidin 3- <i>O</i> -glucoside	-	ND	-	ND
∑ Anthocyanins		3,36 ± 0,54		6,15 ± 0,24
<i>Flavanols</i>				
Catechin	0,94 ± 0,01 b	1,38 ± 0,21 a	0,82 ± 0,01b	1,59 ± 0,09 a
Epicatechin	ND	0,31 ± 0,01 ab	0,16 ± 0,16 b	0,43 ± 0,04 a
Epicatechin gallate	0,82 ± 0,01 b	0,72 ± 0,03 c	2,53 ± 0,01 a	0,51 ± 0,03 d
Epigallocatechin gallate	0,09 ± 0,0 a	0,06 ± 0,06 a	0,09 ± 0,0 a	ND
Procyanidin A2	1,27 ± 0,01 a	1,03 ± 0,01 a	1,30 ± 0,01 a	1,96 ± 0,94 a
Procyanidin B1	0,02 ± 0,0 b	0,34 ± 0,14 a	0,10 ± 0,01 b	0,34 ± 0,01 a
Procyanidin B2	0,48 ± 0,0 b	0,52 ± 0,10 b	1,09 ± 0,16 a	0,69 ± 0,03 b
∑ Flavanols	3,62 ± 0,03	4,36 ± 0,56	6,09 ± 0,36	5,52 ± 1,14
<i>Flavanones</i>				
Hesperidin	1,62 ± 0,06 a	ND	1,93 ± 0,04 a	0,85 ± 0,85 a
∑ Flavanones	1,62 ± 0,06	-	1,93 ± 0,04	0,85 ± 0,85
<i>Phenolic acids</i>				
Gallic acid	2,20 ± 0,01 b	3,15 ± 0,6 a	2,52 ± 0,06 ab	2,50 ± 0,22 ab
<i>trans</i> -Caftaric acid	11,02 ± 11,02 a	10,65 ± 7,41 a	31,48 ± 31,48a	25,08 ± 1,41 a
Caffeic acid	0,84 ± 0,03 d	0,97 ± 0,10 c	2,20 ± 0,01 a	1,20 ± 0,06 b
Chlorogenic acid	0,69 ± 0,03 b	0,22 ± 0,22 c	1,98 ± 0,06 a	0,90 ± 0,06 b
∑ Phenolic acids	14,75 ± 11,09	14,99 ± 8,33	38,18 ± 31,61	29,68 ± 1,75
Total Phenolics	19,99 ± 10,87	22,71 ± 8,60	46,20 ± 31,57	42,20 ± 2,08

Os dados representam os valores médios ± desvio padrão (n = 3) para cada amostra. Médias seguidas por mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (p<0,05) para os vinhos da safra 2020 e safra 2021.

ND = Não detectado, abaixo do limite de detecção do método.

Ácidos fenólicos

Os ácidos fenólicos demonstraram-se como a principal classe de compostos fenólicos nos vinhos brancos e rosados. O total de ácidos fenólicos quantificados nos vinhos brancos e rosados variaram entre 14,75 e 38,18 mg.L⁻¹ nas amostras dos vinhos brancos da safra 2020 e 2021, respectivamente. Segundo Ribéreau-Gayon *et al.* (2006) as concentrações dos ácidos fenólicos nos vinhos brancos variam entre 10 e 20 mg.L⁻¹, no presente estudo essa classe apresentou concentração superior, com 38,18 mg.L⁻¹ no vinho branco Chardonnay da safra 2021.

O ácido *trans*-Caftárico foi o composto majoritário encontrado nas amostras avaliadas. Apesar dos vinhos brancos e rosados das duas safras avaliadas não diferirem estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$), os maiores valores do ácido *trans*-Caftárico foram obtidos em ambos os vinhos da safra 2021, cujas concentrações para o vinho branco Chardonnay e para o vinho rosado Pinot Noir foram de 31,48 e 25,08 mg.L⁻¹, respectivamente.

O ácido gálico foi o segundo principal ácido fenólico encontrado nos vinhos avaliados, variando entre 2,20 e 3,15 mg.L⁻¹, sendo o maior valor deste composto quantificado no vinho rosado *Assemblage* da safra 2020, este valor é maior que o mencionado por Yang *et al.* (2017) para vinho rosado comercial da China (2,87 mg.L⁻¹). O conteúdo de ácido gálico encontrado nos vinhos brancos do presente estudo são superiores aos relatados por Rocchetti *et al.* (2018) ao estudarem amostras de vinhos brancos da cultivar Chardonnay de diferentes regiões da Itália, Austrália, França e Israel, que identificaram concentrações variando de 0,11 a 0,27 mg.L⁻¹.

O ácido encontrado em menor quantidade nos vinhos foi o ácido clorogênico, sendo o maior valor identificado no vinho branco da safra 2021 elaborado com uvas da variedade Chardonnay (1,98 mg.L⁻¹). Essa concentração é superior a relatada por Ma *et al.* (2014) para vinho branco Chardonnay de uma região de altitude na China, que encontraram concentração de 0,56 mg.L⁻¹. Os teores de ácido clorogênico nos vinhos rosados avaliados foram de 0,22 e 0,90 mg.L⁻¹, sendo semelhante ao relatado na literatura por Yang *et al.* (2017) para vinho rosé comercial chinês (0,62 mg.L⁻¹).

Quanto ao teor de ácido caféico, os vinhos brancos e rosados das safras 2020 e 2021 apresentaram diferenças significativas entre si ($p \leq 0,05$), sendo este composto mais expressivo no vinho branco Chardonnay safra 2021 (2,20 mg.L⁻¹). Essa concentração foi superior a encontrada por Agatonovic-Kustrin *et al.* (2015) para vinho Chardonnay comercial da Austrália (0,05 mg.L⁻¹) e inferior ao valor encontrado por Tang *et al.* (2014) para vinho

Chardonnay comercial da China, que encontraram 6,78 mg.L⁻¹. Quanto aos vinhos rosados das safras 2020 e 2021, os valores do ácido cafeíco neste estudo (0,97 e 1,20 mg.L⁻¹) foram inferiores ao obtido por Yang *et al.* (2017) em um estudo com vinhos de diferentes países, em que detectaram concentração de 5,59 mg.L⁻¹ para vinho rosé comercial da China.

Flavanóis e flavanonas

O somatório dos flavanóis variou de 3,62 mg.L⁻¹ a 6,09 mg.L⁻¹ nas amostras dos vinhos brancos e rosados avaliados. De modo geral, os vinhos da safra 2021 destacaram-se com relação ao conteúdo de flavanóis quantificados. Os maiores valores de catequina foram encontrados nos vinhos rosados das duas safras, com concentrações de 1,38 e 1,59 mg.L⁻¹ nos vinhos Rosado *Assemblage* safra 2020 e Rosado Pinot Noir safra 2021, respectivamente. As concentrações de catequina obtidas nos vinhos avaliados são inferiores a relatada por Yang *et al.* (2017) para vinho rosé comercial da China, que encontraram 10,65 mg.L⁻¹.

As concentrações de epicatequina galato nos vinhos brancos e rosados das safras 2020 e 2021 variaram entre 0,51 e 2,53 mg.L⁻¹. Nota-se que, de modo geral as diferentes safras e os diferentes tipos de vinhos elaborados influenciaram no conteúdo desse composto nas amostras avaliadas. Os valores de epicatequina galato quantificados nos vinhos brancos do presente estudo (0,82 e 2,53 mg.L⁻¹) foram expressivamente superiores aos relatados por Rocchetti *et al.* (2018) ao estudarem amostras de vinhos Chardonnay de diferentes países, que identificaram concentrações variando de 0,24 a 0,58 mg.L⁻¹.

Os valores de epicatequina obtidos nos vinhos brancos e rosados avaliados variaram de 0,16 a 0,43 mg.L⁻¹. A quantidade deste flavanol foi superior no vinho rosado Pinot Noir safra 2021, embora, nem sempre tenha diferido significativamente das outras amostras avaliadas. As concentrações de epicatequina encontradas nos vinhos estudado são inferiores as citadas na literatura, como a relatada por Ma *et al.* (2014) para vinho branco Chardonnay de uma região de altitude na China, que encontram concentração de 2,68 mg.L⁻¹, e por Yang *et al.* (2017) para vinho rosé comercial da China (3,96 mg.L⁻¹).

Já a epigalocatequina galato, foi o flavanol que apresentou-se nas concentrações mais baixas entre todos quantificados. Os vinhos brancos e rosados avaliados não apresentaram estatisticamente diferenças significativas entre si ($p < 0,05$) para o composto epigalocatequina galato, as suas concentrações variaram entre 0,06 e 0,09 mg.L⁻¹. Os valores obtidos neste estudo para vinhos brancos foram inferiores aos encontrados por Tauchen *et al.* (2015), ao

avaliarem seis amostras de vinhos Chardonnay de regiões da França, Itália e República Tcheca, que relataram concentrações variando de 0,61 a 3,74 mg.L⁻¹.

Em relação ao teor de procianidina A2, as concentrações deste flavanol variaram de 1,03 a 1,96 mg.L⁻¹ nas amostras dos vinhos brancos e rosados das safras de 2020 e de 2021 avaliadas, que não apresentaram diferenças significativas entre si.

A procianidina B1, por sua vez, apresentou-se em menores concentrações nos vinhos brancos e rosados avaliados. Os maiores valores foram quantificados nos vinhos rosado *Assemblage* e rosado Pinot Noir, safras 2020 e 2021, respectivamente, com concentração de 0,34 mg.L⁻¹ para ambas as amostras. As menores concentrações desse composto foram obtidas nos vinhos brancos, os valores variaram de 0,02 a 0,10 mg.L⁻¹ nas amostras dos vinhos Viognier safra 2020 e Chardonnay safra 2021, respectivamente. Os vinhos rosados apresentaram-se diferentes estatisticamente em relação aos vinhos brancos, mas não houve influência da safra nos vinhos avaliados.

Em contrapartida, a procianidina B2, foi mais expressiva no vinho branco da Safra 2021 elaborado com uvas da cultivar Chardonnay (1,09 mg.L⁻¹), diferenciando-se significativamente das demais amostras de vinhos avaliadas, as quais não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Entre as flavanonas quantificadas, apenas a hesperidina esteve presente nos vinhos brancos e rosados avaliados. Os valores de hesperidina variaram entre 0,85 e 1,93 mg.L⁻¹, com o menor e o maior valor quantificados nas amostras dos vinhos da Safra 2021, rosado Pinot Noir e branco Chardonnay, respectivamente.

Os valores encontrados no presente estudo estão de acordo com obtidos em outras regiões mundiais. A composição química dos vinhos foi um reflexo da composição das uvas. Os resultados dos compostos fenólicos quantificados demonstram que as uvas estudadas apresentaram uma boa maturação, e conseqüentemente, os vinhos finos comerciais da Chapada Diamantina apresentaram um bom conteúdo fenólico, o que evidencia maior estabilidade química e longevidade aos vinhos desta região.

Perfil fenólico dos vinhos tintos

O perfil fenólico dos vinhos tintos estudados está apresentado na Tabela 6. Foram quantificados 24 fenólicos individuais nos vinhos tintos. Os compostos fenólicos quantificados encontram-se agrupados em classes, sendo: 5 antocianinas, 6 flavanóis, 5

flavonóis, 1 flavanona, 5 ácidos fenólicos e 2 estilbenos. A concentração de fenólicos totais nas amostras estudadas foram de 212,22 e 330,27 mg.L⁻¹, para os vinhos Malbec da Safra 2020 e Safra 2021, respectivamente. Os maiores teores de antocianinas, flavonóis, flavanona, ácidos fenólicos e estilbenos no vinho Malbec Safra 2021, quando comparado ao vinho Malbec Safra 2020, se atribui a maior concentração destas substâncias nas uvas, que possivelmente está associada às condições climáticas da Chapada Diamantina. Pode-se observar através da Figura 1 que a radiação global foi diferente nas duas safras estudadas. Observa-se também que no ano de 2020 choveu mais que em 2021. Em contrapartida, observa-se que as temperaturas foram similares nas duas safras. Os vinhos tintos Malbec apresentaram diferentes perfis fenólicos, bem como diferentes concentrações de cada composto nas diferentes safras avaliadas, resultando em uma caracterização expressiva do conteúdo fenólico destes vinhos.

Antocianinas

O total de antocianinas individuais quantificadas por HPLC foram de 11,34 e 82,21 mg.L⁻¹ nas amostras dos vinhos tintos estudados, safras 2020 e 2021, respectivamente. As antocianinas identificadas nos vinhos Malbec avaliados foram a malvidina 3-*O*-glicosídeo, delphinidina 3-*O*-glicosídeo, peonidina 3-*O*-glicosídeo, petunidina 3-*O*-glicosídeo e pelargonidina 3-*O*-glicosídeo. Entre as antocianinas quantificadas, a malvidina 3-*O*-glicosídeo foi a única que esteve presente nas amostras dos vinhos tintos da safra 2020.

Da classe das antocianinas a malvidina 3-*O*-glicosídeo foi o composto majoritário, conforme esperado para vinhos elaborados com uvas *Vitis vinífera*, sendo sua maior concentração encontrada no vinho tinto Malbec da safra 2021 (67,69 mg.L⁻¹). A concentração de malvidina detectada no presente estudo foi semelhante à relatada por Valentin *et al.* (2020) para vinho comercial Malbec argentino, e superior as encontradas por Oliveira *et al.* (2019b) em um estudo realizado com vinhos experimentais da cultivar Syrah de diferentes altitudes no Nordeste do Brasil, onde encontraram concentrações abaixo de 43,20 mg.L⁻¹. De acordo com o relatado na literatura por Alonso *et al.* (2016); Berli *et al.* (2011); Gil *et al.* (2013), os teores de antocianinas são influenciados por diversos fatores ambientais como exposição à luz, temperatura e disponibilidade hídrica. Além disso, a altitude também pode elevar os teores de compostos fenólicos do vinho, como consequência de níveis de radiação UV-B mais elevados, podendo ser o caso de Morro do Chapéu, onde os fatores climáticos dessa região apresentam grande variabilidade ao longo do ciclo vegetativo da videira.

Em termos de quantidade, a segunda principal antocianina encontrada no vinho tinto Malbec da safra 2021 foi a pelargonidina 3-*O*-glicosídeo, sua concentração foi de 4,99 mg.L⁻¹, seguida pelas antocianinas peonidina 3-*O*-glicosídeo e petunidina 3-*O*-glicosídeo, com concentrações de 4,54 e 3,48 mg.L⁻¹, respectivamente. A antocianina quantificada que apresentou-se em menor concentração no vinho Malbec safra 2021 foi a delphinidina 3-*O*-glicosídeo (1,51 mg.L⁻¹). Os valores de petunidina, peonidina e delphinidina obtidos neste trabalho foram inferiores aos encontrado por Urvieta *et al.* (2018) em um estudo com vinhos da cultivar Malbec de diferentes altitudes na Argentina, em que apresentam concentrações acima de 4,1; 9,5 e 9,8 mg.L⁻¹, respectivamente. É importante ressaltar que, as antocianinas delphinidina 3-*O*-glicosídeo, peonidina 3-*O*-glicosídeo, petunidina 3-*O*-glicosídeo e pelargonidina 3-*O*-glicosídeo estiveram presentes no vinho tinto Malbec da safra 2020, mas em quantidade abaixo do limite de quantificação do método e, portanto, não foram quantificadas nessa amostra.

Tabela 6. Perfil fenólico dos vinhos tintos finos da cultivar Malbec produzidos em Morro do Chapéu - BA, Nordeste do Brasil.

Phenolic compounds (mg.L ⁻¹)	Safra 2020	Safra 2021
	Tinto Malbec	Tinto Malbec
<i>Anthocyanins</i>		
Malvidin 3- <i>O</i> -glucoside	11,34 ± 0,15	67,69 ± 0,34
Delphinidin 3- <i>O</i> -glucoside	ND	1,51 ± 0,01
Peonidin 3- <i>O</i> -glucoside	ND	4,54 ± 0,01
Petunidin 3- <i>O</i> -glucoside	ND	3,48 ± 0,09
Pelargonidin 3- <i>O</i> -glucoside	ND	4,99 ± 0,04
∑ Anthocyanins	11,34 ± 0,15	82,21 ± 0,49
<i>Flavanols</i>		
Catechin	5,14 ± 0,13	1,98 ± 0,12
Epicatechin	7,74 ± 0,30	0,94 ± 0,01
Epicatechin gallate	49,86 ± 1,05	23,59 ± 15,49
Procyanidin A2	56,49 ± 1,86	30,81 ± 7,80
Procyanidin B1	3,21 ± 0,15	4,66 ± 0,64
Procyanidin B2	1,86 ± 0,03	2,07 ± 0,03
∑ Flavanols	124,30 ± 3,52	64,05 ± 24,09

Tabela 6. (Continuação)

Phenolic compounds (mg.L ⁻¹)	Safra 2020	Safra 2021
	Tinto Malbec	Tinto Malbec
<i>Flavonols</i>		
Myricetin	32,52 ± 0,84	50,50 ± 1,18
Quercetin	7,71 ± 0,18	14,28 ± 0,06
Rutin	ND	1,69 ± 0,01
Kaempferol	7,92 ± 0,18	11,98 ± 0,13
Isorhamnetin	7,89 ± 0,03	8,92 ± 0,07
∑ Flavonols	56,04 ± 1,23	87,37 ± 1,45
<i>Flavanones</i>		
Hesperidin	4,92 ± 1,62	15,93 ± 8,22
∑ Flavanones	4,92 ± 1,62	15,93 ± 8,22
<i>Phenolic acids</i>		
Gallic acids	9,58 ± 0,40	16,05 ± 0,09
Syringic acid	0,22 ± 0,01	ND
Trans-Caftaric acid	ND	51,57 ± 0,00
Caffeic acid	ND	4,24 ± 0,04
Chlorogenic acid	ND	1,00 ± 1,00
∑ Phenolic acids	9,80 ± 0,41	72,86 ± 1,13
<i>Stilbenes</i>		
Trans-Resveratrol	3,39 ± 0,06	3,40 ± 0,01
Cis-Resveratrol	2,43 ± 0,09	4,45 ± 0,04
∑ Stilbenes	5,82 ± 0,15	7,85 ± 0,05
Total phenolics	212,22 ± 1,21	330,27 ± 29,44

Os dados representam os valores médios ± desvio padrão (n = 3) para cada amostra.

ND = Não detectado, abaixo do limite de detecção do método.

Flavanóis, flavonóis e flavanonas

O vinho tinto Malbec da safra 2020 apresentou maior concentração de flavanóis totais (124,30 mg.L⁻¹) e o vinho Malbec da safra 2021 a menor somatória (64,05 mg.L⁻¹). Entre os flavanóis quantificados os principais compostos presentes nos vinhos tintos avaliados foram a procianidina A2 com concentrações de 30,81 e 56,49 mg.L⁻¹, e a epicatequina galato com teores de 23,59 e 49,86 mg.L⁻¹, os maiores valores destes dois compostos foram quantificados no vinho da safra 2020. Os resultados obtidos confirmam uma variação no

conteúdo fenólico entre as amostras de vinhos das duas safras estudadas e evidenciam a riqueza polifenólica das amostras de vinhos Malbec analisados.

Em relação aos flavanóis catequina e epicatequina, as suas concentrações foram de 1,98 e 5,14 mg.L⁻¹, e 0,94 e 7,74 mg.L⁻¹, respectivamente, com os maiores valores também obtidos no vinho tinto Malbec da safra 2020. As concentrações de catequina e epicatequina encontradas foram inferiores as relatadas por Valentin *et al.* (2020) para vinhos comerciais Malbec da Argentina, com 16,2 e 18,3 mg L⁻¹, respectivamente.

Contudo, os flavanóis procianidina B1 e procianidina B2 apresentaram as maiores concentrações no vinho tinto Malbec da safra 2021, 4,66 e 2,07 mg.L⁻¹, respectivamente. As concentrações obtidas são semelhantes às encontradas por Ferreyra *et al.* (2021) para vinho comercial Malbec da Argentina, com valores de procianidina B1 e procianidina B2 de 6,2 e 5,3 mg L⁻¹, respectivamente. As procianidinas são flavanóis de grande interesse nos vinhos, isto porque estão relacionados à adstringência, amargor, perda de sabores, estabilidade de cor e escurecimento oxidativo. Além disso, estes compostos também apresentam inúmeros benefícios para a saúde dos consumidores, pois apresentam potencial anti-inflamatório e ação antioxidante (GARRIDO & BORGES, 2013; KENNEDY, 2008; VAUZOUR *et al.*, 2010).

O total de flavonóis quantificados foram de 56,04 e 87,37 mg.L⁻¹ nos vinhos tintos Malbec das safras 2020 e 2021, respectivamente. A miricetina foi o principal flavonol encontrado nos vinhos tintos avaliados, suas concentrações foram de 32,52 e 50,50 mg.L⁻¹, com o maior valor obtido na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2021. Na sequência da miricetina o flavonol majoritário quantificado nos vinhos tintos Malbec foi a quercetina, cujas concentrações foram de 7,71 e 14,28 mg.L⁻¹, safra 2020 e safra 2021, respectivamente. Os valores de miricetina e quercetina obtidos no presente estudo são expressivamente superiores aos encontrado por Valentin *et al.* (2020) para vinhos comerciais Malbec da Argentina, com 16,8 e 6,0 mg L⁻¹, respectivamente.

A rutina esteve presente apenas na amostra do vinho Malbec da safra 2021, a concentração deste flavonol obtida foi de 1,69 mg.L⁻¹, estando de acordo com os valores citados na literatura por Tauchen *et al.* (2015), ao estudarem os vinhos de diferentes regiões da Geórgia, França, Itália, Áustria e República Tcheca, onde encontraram concentrações variando de 0,89 a 4,46 mg.L⁻¹. Na amostra do vinho Malbec da safra 2020 a rutina não foi detectada ou apresentou-se em quantidade abaixo do limite de quantificação do método.

A isorhametina e o caempferol também foram mais expressivos no vinho Malbec da safra 2021. Os valores de isorhametina quantificados nos vinhos das duas safras avaliados foram de 7,89 e 8,92 mg.L⁻¹. Esse conteúdo obtido é semelhante ao encontrado por Oliveira

et al. (2019b), ao estudar vinhos experimentais elaborados com uvas da cultivar Syrah provenientes de Morro do Chapéu - BA (4,6 e 9,8 mg.L⁻¹). As concentrações de caempferol encontradas neste trabalho foram de 7,92 e 11,98 mg.L⁻¹, para os vinhos das safras 2020 e 2021, respectivamente. Sendo superiores as encontradas por Granato *et al.* (2011), ao estudarem vinhos comerciais Malbec da Argentina e do Chile, com 0,16 e 1,16 mg.L⁻¹, respectivamente.

Quanto à classe das flavanonas, a hesperidina foi a única flavanona quantificada nas amostras dos vinhos Malbec avaliados, suas concentrações foram de 4,92 e 15,93 mg.L⁻¹, com o menor e o maior valor obtidos nos vinhos tintos da safra 2020 e da safra 2021, respectivamente.

Ácidos fenólicos e estilbenos

O total de ácidos fenólicos quantificados nos vinhos tintos Malbec foi de 9,80 mg.L⁻¹ na amostra da safra 2020 e de 72,86 mg.L⁻¹ na amostra da safra 2021. O ácido gálico foi o único ácido fenólico quantificado em ambas as amostras avaliadas, com valor superior obtido no vinho tinto Malbec da safra 2021, as suas concentrações foram de 9,58 e 16,05 mg.L⁻¹ nos vinhos tintos da safra 2020 e da Safra 2021, respectivamente. As concentrações de ácido gálico encontradas são semelhantes à relatada por Valentin *et al.* (2020) para vinho comercial Malbec da Argentina (14,9 mg.L⁻¹).

O ácido *trans*-Caftárico foi o principal ácido fenólico quantificado, apresentando-se somente no vinho tinto Malbec da safra 2021, com concentração de 51,57 mg.L⁻¹. A concentração do ácido *trans*-Caftárico encontrada no presente trabalho foi expressivamente superior as citadas por Fanzone *et al.* (2010) ao caracterizar o perfil fenólico de vinhos Malbec da região de Mendoza, Argentina, que relatam concentrações variando de 0,4 a 0,9 mg.L⁻¹.

O ácido clorogênico e o ácido caféico também só foram identificados na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2021, com concentrações de 1,00 e 4,24 mg.L⁻¹, respectivamente. Além disso, estes dois ácidos fenólicos foram os que apresentaram os menores valores quantificados para esta amostra. O conteúdo de ácido caféico obtido neste estudo está de acordo com o citado por Granato *et al.* (2011) para vinhos Malbec comerciais da Argentina e do Chile (3,45 e 4,30 mg.L⁻¹) e abaixo do valor encontrado por Ferreyra *et al.* (2021) para vinho comercial Malbec da Argentina (91,5 mg.L⁻¹).

O ácido siríngico, por sua vez, só foi quantificado no vinho tinto Malbec da safra 2020 (0,22 mg.L⁻¹), no vinho da safra 2021 este ácido fenólico não foi detectado. A concentração encontrada para o ácido siríngico é inferior aos valores relatados por Urvieta *et al.* (2018) ao estudarem os vinhos Malbec de diferentes localidades de Mendoza (Argentina), cujas concentrações deste ácido variaram de 9,2 a 27,8 mg.L⁻¹. A predominância do ácido siríngico na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2020 pode estar relacionada ao tempo de permanência na garrafa, visto que, trata-se de um vinho mais antigo. Garrido e Borges (2013), relatam que em condições anaeróbicas de armazenamento do vinho, as reações químicas são capazes de resultar na degradação de antocianinas monoméricas como a malvidina-3-O-glicosídeo, formando o ácido siríngico.

Em relação à classe dos estilbenos, o somatório destes compostos foi de 5,82 mg.L⁻¹ na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2020, e de 7,85 mg.L⁻¹ na amostra do vinho tinto Malbec da safra 2021. As concentrações de *trans*-resveratrol obtidas nos vinhos tintos da cultivar Malbec foram de 3,39 e 3,40 mg.L⁻¹ nas amostras avaliadas da safra 2020 e safra 2021, respectivamente. Os resultados de *trans*-resveratrol estão de acordo com o mencionado por Ferreyra *et al.* (2021) para vinhos Malbec comercial argentino, com teor de 3,1 mg.L⁻¹.

O *cis*-resveratrol também esteve presente em ambas as amostras avaliadas. O menor valor deste estilbeno foi encontrado no vinho tinto Malbec da safra 2020 (2,43 mg.L⁻¹), em contrapartida, a concentração de *cis*-resveratrol foi expressivamente superior no vinho tinto Malbec da safra 2021 (4,45 mg.L⁻¹). As concentrações de estilbenos em vinhos produzidos com diferentes cultivares de uvas são relatadas em diversos trabalhos que apresentam estimativas para avaliar os teores de *cis* e *trans*-resveratrol. Souto *et al.* (2001), relatam que amostras de vinhos produzidos em países distintos mostraram diferentes concentrações médias do estilbeno resveratrol: 0,77 mg.L⁻¹ (Canadá); 0,157 mg.L⁻¹ (Japão); 0,873 mg.L⁻¹ (Grécia); 0,998 mg.L⁻¹ (Califórnia); 1,00 mg.L⁻¹ (Portugal); 1,21 mg.L⁻¹ (Argentina e Chile).

Análise de Componentes principais das uvas

A PCA obtida para as uvas brancas e tintas está apresentada na Figura 4. A PCA mostra a discriminação entre as amostras das uvas Malbec, Syrah, Pinot Noir, Sauvignon Blanc, Chardonnay, Viognier e Moscato Petit Grain. Os resultados são baseados na análise de compostos fenólicos por HPLC, mostradas na Tabela 4.

As componentes principais 1 e 2 (PC1 e PC2) explicaram 82,25% da variação dos dados. A separação das uvas estudadas se deu na PC1 com maior peso de variância explicada (65,78%), onde as uvas brancas e tintas se agruparam na parte positiva e negativa da PC1 (Fig. 4). A PC1 separou as uvas Malbec e Syrah ($PC1 > 0$), localizadas no lado positivo do eixo x, das uvas Pinot Noir, Chardonnay, Sauvignon Blanc, Viognier e Moscato Petit Grain ($PC1 < 0$), localizadas no lado negativo do PC1. O fator de análise (loadings $> 0,70$) associou a separação da cultivar Malbec aos maiores valores dos compostos malvidin 3-*O*-glucoside, delphinidin 3-*O*-glucoside, cyanidin 3-*O*-glucoside, peonidin 3-*O*-glucoside, petunidin 3-*O*-glucoside, procyanidin B1, catechin, epigallocatechin gallate, epicatechin gallate, myricetin, rutin, isorhamnetin, hesperidin, chlorogenic acid, *p*-Coumaric acid, e syringic acid. A cultivar Syrah foi caracterizada pelos compostos *trans*-Resveratrol, procyanidin A2, procyanidin B2 e quercetin. Enquanto que a cultivar Pinot Noir foi caracterizada principalmente pelo composto pelargonidin 3-*O*-glucoside. E a cultivar Chardonnay foi caracterizada por apresentar os maiores valores dos compostos epicatechin, kaempferol e gallic acid.

A PC2 explicou 16,47% da variabilidade total, separando as cultivares Syrah, Chardonnay e Viognier no lado positivo do eixo y. Enquanto no lado negativo estão as amostras das cultivares Malbec, Pinot Noir, Sauvignon Blanc e Moscato Petit Grain. O fator de análise mostrou que as variáveis associadas com a separação da uva Syrah ($PC > 0$) foram os compostos peonidin 3-*O*-glucoside, procyanidin A2, procyanidin B2, quercetin, e *trans*-resveratrol. A Análise de Componentes Principais diferenciou as amostras das uvas brancas e tintas em virtude do perfil químico de cada cultivar estudada. De modo geral a PCA separou a cultivar Malbec, principalmente pela presença das antocianinas em maiores quantidades, seguido por flavonóis, ácidos fenólicos e flavanonas (ver Tabela 4). As diferenças no perfil químico das cultivares Malbec, Syrah e Pinot Noir estudadas estão associadas com a qualidade da uva, onde na análise dos extratos das películas os resultados já evidenciavam que as uvas Malbec apresentariam maior conteúdo antociânico.

As temperaturas mínima, média e máxima (T_{min} , T_{med} e T_{max}) tiveram forte contribuição no PC1, o que significa que as variáveis foram mais associadas com a síntese de compostos fenólicos, principalmente as antocianinas nas bagas das uvas tintas, especialmente da cultivar Malbec, que foram colhidas no mês de agosto, quando a maior radiação solar e a menor temperatura foram registradas, o que corrobora a importância de temperaturas amenas para a síntese e acúmulo de antocianinas. Demonstrando o efeito das variáveis, composição fenólica e condições climáticas do período de maturação e colheita da uva, na explicação dos

dados. Assim, a qualidade da uva pode ser influenciada devido às variações climáticas que ocorrem durante os meses do ano.

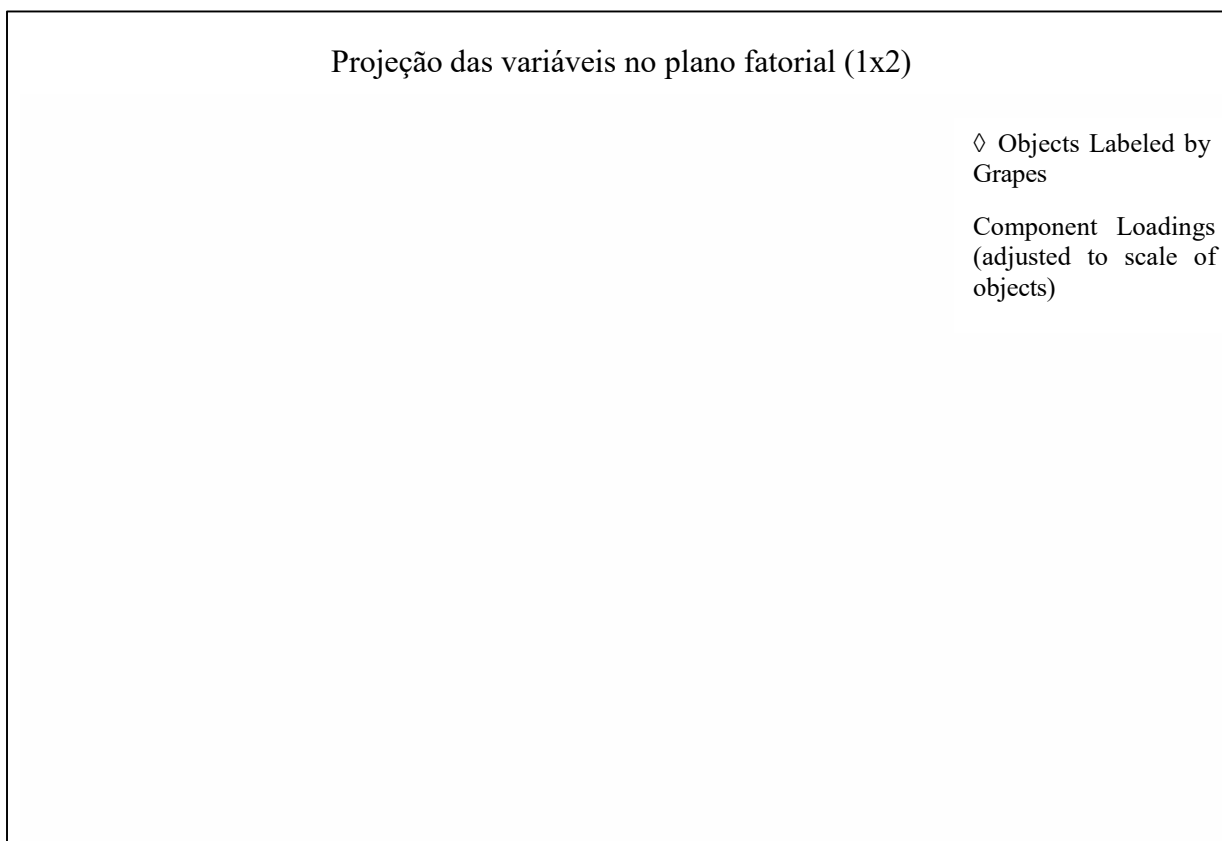


Figura 4. Análise de componentes principais (PCA) com compostos fenólicos em uvas brancas e tintas produzidas em Morro do Chapéu, Chapada Diamantina-BA.

Análise de Componentes principais dos vinhos

A Análise de Componentes Principais mostra a discriminação entre as amostras dos vinhos das duas safras estudadas produzidos na Chapada Diamantina. Os resultados são baseados na análise de compostos fenólicos por HPLC, para os vinhos brancos e rosados, e para os vinhos tintos, mostradas nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

A PCA obtida para os vinhos brancos, rosados e tintos está apresentada na Figura 5. As componentes principais 1 e 2 (PC1 e PC2) explicaram 88,99% da variabilidade dos dados. A PC1 representou a variabilidade máxima, sendo responsável por explicar 57,34% da variação dos dados, enquanto 31,65% foram explicados pela PC2.

A PC1 separou os vinhos tintos Malbec das safras 2020 e 2021 ($PC1 > 0$), localizados no lado positivo do eixo x, dos vinhos brancos e rosados das safras 2020 e 2021 ($PC1 < 0$), localizados no lado negativo do PC1. O fator de análise (loadings $> 0,70$) associou a separação dos vinhos tintos Malbec no lado positivo da PC1 aos maiores valores dos compostos malvidin 3-*O*-glucoside, delphinidin 3-*O*-glucoside, pelargonidin 3-*O*-glucoside, peonidin 3-*O*-glucoside, petunidin 3-*O*-glucoside, procyanidin B1, procyanidin B2, myricetin, quercetin, rutin, kaempferol, isorhamnetin, hesperidin, gallic acid, *trans*-caftaric acid, caffeic acid, chlorogenic acid, *trans*-resveratrol, e *cis*-resveratrol na amostra do vinho da safra 2021. Em contrapartida o vinho Malbec da Safra 2020 foi caracterizado principalmente pelos compostos catechin, epicatechin, epicatechin gallate, procyanidin A2, e syringic acid. Enquanto que no lado negativo da PC1 estão os vinhos brancos Viognier e Chardonnay das safras de 2020 e de 2021, respectivamente e os vinhos rosados *Assemblage* e Pinot Noir das safras de 2020 e de 2021 estiveram associados aos compostos epigallocatechin gallate e chlorogenic acid.

A PC2 separou as amostras dos vinhos das duas safras avaliadas, onde os vinhos branco, rosado e tinto da safra de 2020 ($PC1 > 0$), estão localizados no lado positivo do eixo y, separadas das amostras dos vinhos brancos, rosados e tintos da safra 2021 ($PC1 < 0$), localizadas no lado negativo da PC2. A amostra do vinho tinto Malbec da safra 2020 foi caracterizado principalmente pelos compostos myricetin, quercetin, kaempferol, isorhamnetin, gallic acid, syringic acid, procyanidin A2, procyanidin B1, procyanidin B2, catechin, epicatechin, epicatechin gallate, *trans*-resveratrol, e *cis*-resveratrol. As amostras do vinho branco Viognier e do vinho rosado *Assemblage* da safra 2020 foram caracterizadas pelos compostos procyanidin A2, procyanidin B1, procyanidin B2, catechin, epicatechin, epicatechin gallate, e gallic acid. No lado negativo estão agrupadas as amostras dos vinhos da safra de 2021, onde o vinho tinto Malbec esteve correlacionado com os compostos malvidin 3-*O*-glucoside, delphinidin 3-*O*-glucoside, pelargonidin 3-*O*-glucoside, peonidin 3-*O*-glucoside, petunidin 3-*O*-glucoside, rutin, hesperidin, *trans*-caftaric acid, caffeic acid e chlorogenic acid. As amostras do vinho branco Chardonnay e do rosado Pinot Noir estiveram associadas aos compostos caffeic acid, chlorogenic acid, *trans*-Caftaric acid, e hesperidin. Além disso, o flavanol epigallocatechin gallate principalmente associado à amostra do vinho branco Chardonnay.

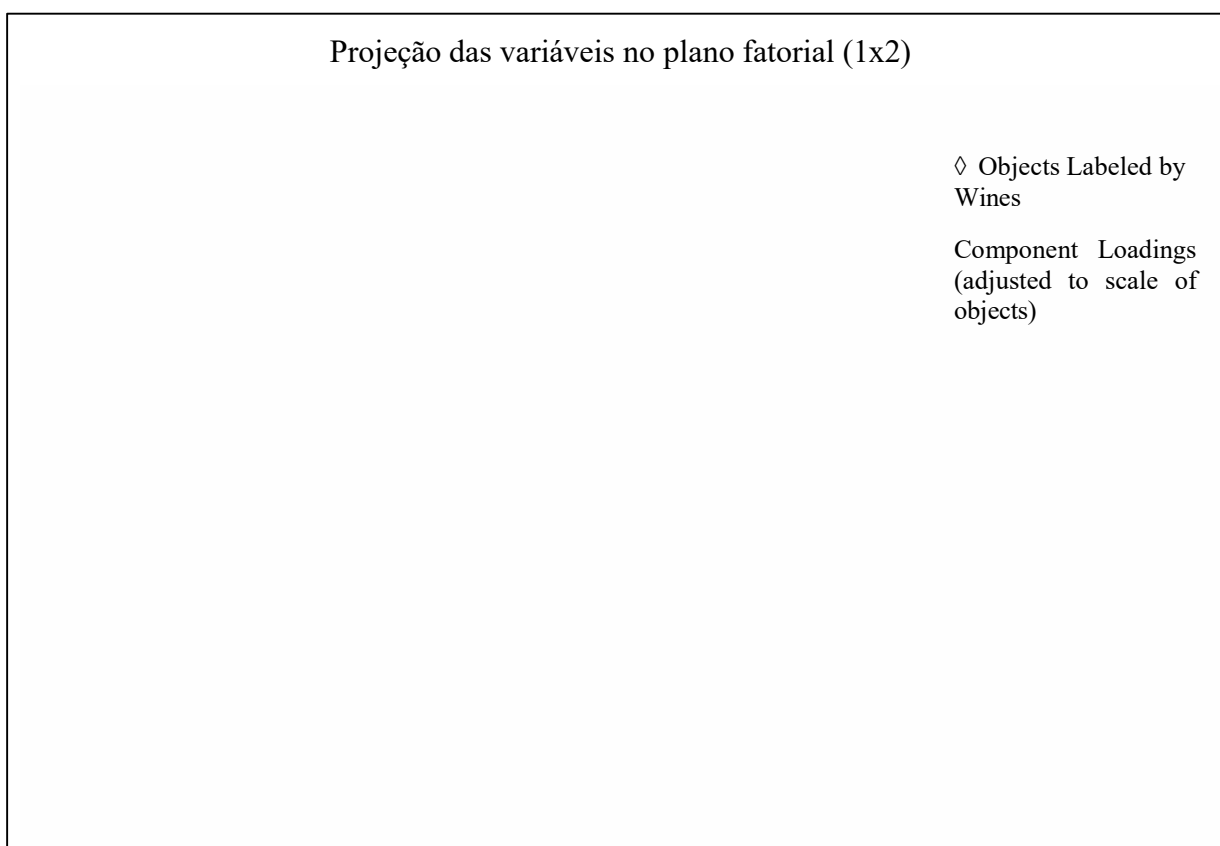


Figura 5. Análise de componentes principais (PCA) com compostos fenólicos em vinhos comerciais de duas safras, produzidos em Morro do Chapéu, Chapada Diamantina-BA. Tinto 20: Malbec Safra 2020; Tinto 21: Malbec Safra 2021; Branco 20: Viognier Safra 2020; Branco 21: Chardonnay Safra 2021; Rosado 20: *Assemblage* Safra 2020; Rosado 21: Pinot Noir Safra 2021.

A PCA obtida a partir dos resultados dos compostos fenólicos quantificados nos vinhos procedentes das safras de 2020 e de 2021 demonstra que a variabilidade climática entre os anos, ou seja, entre as safras, influenciou no perfil de compostos fenólicos das uvas e consequentemente dos vinhos da Chapada Diamantina, visto que os vinhos procedentes da safra de 2020 encontram-se todos do lado positivo da PC2, enquanto os vinhos da safra de 2021 localizaram-se no lado negativo da PC2. Por outro lado, a radiação global, a temperatura máxima e a amplitude térmica tiveram forte contribuição no PC1, o que significa que estas variáveis climáticas foram mais associadas com o perfil químico dos vinhos tintos ($PC1 < 0$), uma vez que, a composição química e a qualidade da uva são fortemente influenciadas pelas condições climáticas, onde na análise dos extratos das películas os resultados já evidenciavam

que vinhos apresentariam maior conteúdo de antocianinas e flavonóis, pois estes estiveram em maior acúmulo nas películas das uvas.

Em geral, existem seis grupos diferentes representados por amostras de três tipos de vinhos (brancos, rosados e tintos) e duas safras diferentes (2020 e 2021) para cada tipo de vinho. A PCA foi muito útil para discriminar as amostras dos diferentes tipos de vinhos de duas safras produzidos em uma região de altitude no Nordeste brasileiro.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos as cultivares tintas Malbec e Syrah e as brancas Moscato Petit Grain e Viognier foram as mais produtivas entre as castas avaliadas. Foi possível observar diferenças no perfil químico das uvas e dos vinhos produzidos na Chapada Diamantina. As sete cultivares estudadas produziram uvas com características variadas. Os resultados mostraram que existe influência do fator safra, sobre a composição físico-química dos vinhos comerciais da Chapada Diamantina, e que o vinho tinto Malbec Safra 2020 apresentou a maior intensidade de cor.

As uvas da Chapada Diamantina apresentaram elevadas concentrações de antocianinas, flavanóis e flavonóis encontrados nos extratos das películas, principalmente malvidina-3-*O*-glicosídeo, catequina, epicatequina galato e miricetina na cultivar Malbec. Com relação aos açúcares e ácidos orgânicos, este trabalho mostrou que os mostos das sete cultivares avaliadas tende a serem ricos em açúcares e que os principais ácidos presentes nos mostos das uvas foram os ácidos málico, succínico e tartárico.

A altitude da Chapada Diamantina associado à radiação solar e baixas temperaturas teve um efeito sobre a composição química dos vinhos, principalmente em relação aos compostos fenólicos. Os vinhos tintos Malbec apresentaram níveis elevados de malvidina-3-*O*-glicosídeo, procianidina A2, epicatequina galato, miricetina, *trans*-resveratrol e *cis*-resveratrol. No que concerne ao perfil fenólico dos vinhos brancos e rosados, estes apresentaram elevadas concentrações de ácidos fenólicos, especialmente do ácido *trans*-Caftárico, flavanóis, principalmente catequina, epicatequina galato e procianidina A2.

A escolha pelo uso comercial de cada variedade, de acordo com os valores encontrados, poderá dar origem a diferentes produtos, entre espumantes (Chardonnay e Pinot Noir), vinhos brancos tranquilos (Sauvignon Blanc, Chardonnay Viognier e Moscato Petit

Grain), e tintos (Syrah, Malbec e Pinot Noir), sendo que esses poderão ser jovens ou de guarda. Essa escolha cabe aos empresários e proprietários de vinícolas que, juntamente com seus enólogos, definirá quais produtos elaborarem, em função de nichos de mercado e potencial de cada produto.

Desta forma, este trabalho mostrou que as uvas apresentam potenciais enológicos distintos, para a elaboração de vinhos finos de elevada qualidade e tipicidade, em uma nova região vitivinícola do Nordeste brasileiro. Novos estudos se tornam necessários, de maneira a caracterizar os vinhos da região, na forma de cortes ou misturas (*assemblage*), de maneira a valorizar as virtudes de cada produto, em busca de vinhos com elevado valor agregados.

REFERÊNCIAS

- AGATONOVIC-KUSTRIN, S.; HETTIARACHCHI, C. G.; MORTON, D. W.; RAZIC, S. Analysis of phenolics in wine by high performance thin-layer chromatography with gradient elution and high resolution plate imaging. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, [S.l.], v. 102, p. 93-99, jan. 2015.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpba.2014.08.031>.
- ALONSO, R.; BERLI, F. J.; FONTANA, A.; PICCOLI, P.; BOTTINI, R. Malbec grape (*Vitis vinifera* L.) responses to the environment: Berry phenolics as influenced by solar UV-B, water deficit and sprayed abscisic acid. **Plant Physiology and Biochemistry**, [S.l.], v. 109, p. 84-90, dez. 2016.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.plaphy.2016.09.007>.
- BENDER, A.; SILVA, R. S. e; MALGARIM, M. B.; MARTINEZ, J. F.; COSTA, V. B. Avaliação Físico-Química e Compostos Bioativos de Vinho Tinto Colonial produzido em São Lourenço do Sul (RS). **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 3, n. 2, p. 249-265, ago. 2017.
- BERLI, F. J.; FANZONE, M.; PICCOLI, P.; BOTTINI, R. Solar UV-B and ABA Are Involved in Phenol Metabolism of *Vitis vinifera* L. Increasing Biosynthesis of Berry Skin Polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 59, n. 9, p. 4874-4884, 18 abr. 2011.
<http://dx.doi.org/10.1021/jf200040z>.
- BINATI, R.L. **Avaliação da fermentação malolática em vinhos de altitude com bactérias ácido-lácticas autóctones selecionadas**. 2015. 111f. Dissertação (Mestrado de Biotecnologia e Biociências). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia e Biociências, Florianópolis, 2015.
- BRASIL. Portaria nº 14, de 08 de fevereiro de 2018. **Normas Referentes à Complementação dos Padrões de Identidade e Qualidade do Vinho e dos Derivados da Uva e do Vinho**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/legislacao>>. Acesso em: 22 jan. 2021.
- COELHO, E. M.; PADILHA, C. V. da S.; MISKINIS, G. A.; SÁ, A. G. B. de; PEREIRA, G. E.; AZEVÊDO, L. C. de; LIMA, M. dos S. Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.l.], v. 66, p. 160-167, mar. 2018.
<http://doi.org/10.1016/j.jfca.2017.12017>.
- DANIELE, A.P. **Determinação de elementos essenciais em vinhos por análise por ativação com nêutrons**. 2016. 88f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear - aplicações). Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN. São Paulo, 2016.
- DUTRA, M. D. C. P.; RODRIGUES, L. L.; DE OLIVEIRA, D.; PEREIRA, G. E.; LIMA, M dos S. Integrated analyses of phenolic compounds and minerals of Brazilian organic and

conventional grape juices and wines: Validation of a method for determination of Cu, Fe and Mn. **Food Chemistry**, 269, 157-165, 2018.

FANZONE, M.; PEÑA-NEIRA, Á.; JOFRÉ, V.; ASSOFF, M.; ZAMORA, F. Phenolic Characterization of Malbec Wines from Mendoza Province (Argentina). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 58, n. 4, p. 2388-2397, 7 jan. 2010. <http://dx.doi.org/10.1021/jf903690v>.

FELIPPETO, J.; CALIARI, V.; GUERRA, C. C. Perfil físico-químico dos vinhos finos produzidos nas regiões de altitude de Santa Catarina. In: PANDOLFO, C.; VIANNA, L. F. de N. (Orgs.). **Vinhos de Altitude de Santa Catarina: Caracterização da região produtora, indicadores e instrumentos para proposição de uma indicação geográfica**. Florianópolis: Epagri, 2020. p. 171-179.

FERREYRA, S.; BOTTINI, R.; FONTANA, A. Tandem absorbance and fluorescence detection following liquid chromatography for the profiling of multiclass phenolic compounds in different winemaking products. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 338, p. 128030, fev. 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128030>.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, [S.l.], v. 54, n. 2, p. 1844-1858, dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2013.08.002>.

GIL, M.; BOTTINI, R.; BERLI, F.; PONTIN, M.; SILVA, M. F.; PICCOLI, P. Volatile organic compounds characterized from grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) berries increase at pre-harvest and in response to UV-B radiation. **Phytochemistry**, [S.l.], v. 96, p. 148-157, dez. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.phytochem.2013.08.011>.

GLORIES, Y. La couleur des vins rouges, 2^a Partie: mesure, origine et interprétation. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, vol. 18, n. 4, p. 253-271, dez. 1984.

GRANATO, D.; KATAYAMA, F. C. U.; CASTRO, I. A. de. Phenolic composition of South American red wines classified according to their antioxidant activity, retail price and sensory quality. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 129, n. 2, p. 366-373, nov. 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.04.085>.

KENNEDY, J. A. Grape and wine phenolics: observations and recent findings. **Ciencia e Investigación Agraria**, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 107-120, ago. 2008. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-16202008000200001>.

KOYAMA, K.; IKEDA, H.; POUDEL, P. R.; GOTO-YAMAMOTO, N. Light quality affects flavonoid biosynthesis in young berries of Cabernet Sauvignon grape. **Phytochemistry**, [S.l.], v. 78, p. 54-64, jun. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2012.02.026>.

LANGBECKER, M. R.; ROSSO, I. C. de; CUNHA, W. M. da; ECKHARDT, D. P.; COSTA, V. B. Composição físico-química de vinhos elaborados a partir do cultivar Ruby Cabernet produzido na Campanha Gaúcha. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, Bento Gonçalves, RS, v. 13, n. 13, p. 86-92, nov. 2021.

LI, H.; GUO, A.; WANG, H. Mechanisms of oxidative browning of wine. **Food Chemistry**, v. 108, p. 1-13, maio 2008.

LIMA, L. L. A. **Caracterização e estabilização dos vinhos elaborados no Vale do Submédio do São Francisco**. 2010. 140f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

MA, T.-T.; SUN, X.-Y.; GAO, G.-T.; WANG, X.-Y.; LIU, X.-Y.; DU, G.-R.; ZHAN, J.-C. Phenolic Characterisation and Antioxidant Capacity of Young Wines Made From Different Grape Varieties Grown in Helanshan Donglu Wine Zone (China). **South African Journal of Enology And Viticulture**, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 321-331, set. 2016.
<http://dx.doi.org/10.21548/35-2-1020>.

MELLO, L. M. R. de; MACHADO, C. A. E. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2021**. Bento Gonçalves- RS: Embrapa Uva e Vinho, dez.2022. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico nº 226.). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1149674/vitivinicultura-brasileira-panorama-2021>>. Acesso em: 02 mar. 2023.

MONTEALEGRE, R. R.; PECES, R. R.; VOZMEDIANO, J.L. C.; GASCUEÑA, J. M.; ROMERO, E. G. Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. **Journal Of Food Composition And Analysis**, [S.l.], v. 19, n. 6-7, p. 687-693, set. 2006.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2005.05.003>.

OBREQUE-SLIER, E.; HERRERA-BUSTAMANTE, B.; LÓPEZ-SOLÍS, R. Ripening-associated flattening out of inter-varietal differences in some groups of phenolic compounds in the skins of six emblematic grape wine varieties. **Journal of Food Composition and Analysis**. [S.l.], v. 99, p. 103858, jun. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103858>

OIV. INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE. **State of the World Vitivinicultural Sector in 2022**. Paris. 2023. Disponível em: https://www.oiv.int/sites/default/files/documents/OIV_State_of_the_world_Vine_and_Wine_sector_in_2022_2.pdf. Acesso em: 24 jul. 2023.

OIV. INTERNATIONAL ORGANISATION OF VINE AND WINE. **State of the World Vitivinicultural Sector in 2020**. Paris. 2021. Disponível em: <https://www.oiv.int/public/medias/7909/oiv-state-of-the-world-vitivinicultural-sector-in-2020.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2021.

OIV. ORGANISATION INTERNATIONALE DE LA VIGNE ET DU VIN. **Recueil des methodes internacionales d'analyse des vins et des mouts**. Edition 2011. 8th Assemblée Générale, 21 June 2010, Paris, 2011.

O.I.V. **Recueil des methodes internacionales d'analyse des vins et des moûts**. Office International de la Vigne et du Vin, Paris. 1990.

OLIVEIRA, J. B.de; EGIPTO, R.; LAUREANO, O.; DE CASTRO, R.; PEREIRA, G. E.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Climate effects on physicochemical composition of Syrah grapes at low and high altitude sites from tropical grown regions of Brazil. **Food Research International**, [S.l.], v. 121, p. 870-879, jul. 2019a.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.011>.

OLIVEIRA, J. B. de; EGIPTO, R.; LAUREANO, O.; CASTRO, R. de; PEREIRA, G. E.; RICARDO-DA-SILVA, J. M. Chemical and Sensorial Characterization of Tropical Syrah Wines Produced at Different Altitudes in Northeast of the Brazil. **South African Journal of Enology & Viticulture**, [S.l.], v. 40, n. 2, p. 157-171, abr. 2019b. <http://dx.doi.org/10.21548/40-2-3101>.

PADILHA, C. V. S.; MISKINIS, G. A.; SOUZA, M. E. A. O. de; PEREIRA, G. E.; BORDIGNON-LUIZ, M. T.; LIMA, M. S. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v. 228, p.106-115, 2017.

PANTELIĆ, M. M.; ZAGORAC, D. Č. D.; DAVIDOVIĆ, S. M.; TODIĆ, S. R.; BELLIĆ, Z. S.; GAĀIĆ, U. M.; TELIĆ, Ž. L.; NATIĆ, M. M. Identification and quantification of phenolic compounds in berry skin, pulp, and seeds in 13 grapevine varieties grown in Serbia. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 211, p. 243-252, nov. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.05.051>.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; AMORIM, F. F.; NASCIMENTO, A. M. S.; SOUZA, J. F.; LIMA, L. L. A.; LIMA, M. S.; PADILHA, C. V. S.; PROTAS, J. F.; ZANUS, M. C.; TONIETTO, J. Vinhos Tropicais do Semiárido do Brasil. Desvendando o Potencial Vitivinícola desta Nova Fronteira Geográfica do Vinho. **Territoires du Vin**, v. 9, p. 1-13, 2018.

PEREIRA, G. E.; GAUDILLERE, J. P.; PIERI, P.; HILBERT, G.; MAUCOURT, M.; DEBORDE, C.; ROLIN, D. Microclimate influence on mineral and metabolic profiles of grape berries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 6765-6775. 2006.

PEREIRA, G. E.; GAUDILLERE, J. P.; VAN LEEUWEN, C.; HILBERT, G.; LAVIALLE, O.; MAUCOURT, M.; DEBORDE, C.; MOING, A.; ROLIN, D. 1H NMR and Chemometrics to Characterize Mature Grape Berries in Four Wine-Growing Areas in Bordeaux-France. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 6382-6389, 2005.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Tratado de Enología: química del vino estabilización y tratamientos** 1. ed. Buenos Aires: Hemisferio Sur, v.2, 2003. 537 p.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. **Handbook of Enology: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments**. 2. ed. John Wiley & Sons, Ltd., v. 2, 2006. 560 p. ISBN 978-1-119-58776-7.

RIZZON, L. A.; SGANZERLA, V. M. A. Ácidos tartárico e málico no mosto de uva em Bento Gonçalves RS. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 911-914, maio/jun. 2007.

ROCCHETTI, G.; GATTI, M.; BAVARESCO, L.; LUCINI, L. Untargeted metabolomics to investigate the phenolic composition of Chardonnay wines from different origins. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.l.], v. 71, p. 87-93, ago. 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2018.05.010>.

SALINAS, M. R.; GARIJO, J.; PARDO, F.; ZALACAIN, A.; GONZALO, L. A. Influence of prefermentative maceration temperature on the colour and the phenolic and volatile composition of rosé wines. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 85, n. 5, p. 1527-1536, jul. 2005.

SANTOS, R. R. dos. **Deteção e caracterização molecular de um fitoplasma do grupo 16SrIII associado ao amarelo da videira na região serrana do rio grande do sul**. 2015. 84f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade de Caxias do Sul, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Caxias do Sul, 2015.

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

SMITH, P. A.; MCRAE, J. M.; BINDON, K. A. Impact of winemaking practices on the concentration and composition of tannins in red wine. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 21, p. 601–614, 2015.

SOUTO, A. A.; CARNEIRO, M. C.; SEFERIN, M.; SENNA, M. J. H.; CONZ, A.; GOBBI, K. Determination of trans-Resveratrol Concentrations in Brazilian Red Wines by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 441-445, ago. 2001. <http://dx.doi.org/10.1006/jfca.2000.0970>.

SOUSA, S. de F.; MACENA, J. A. da S.; OLIVEIRA FILHO, R. R. de; CAVALCANTI, A. J. da S. Caracterização físico-química da uva Merlot cultivada em Garanhuns-Pernambuco. *In*: Congresso Internacional da Agroindústria, 2., 2021, Recife, PE. **Inovação, Gestão e Sustentabilidade na Agroindústria**. Recife, PE: Instituto Internacional Despertando Vocações – IIDV, 2021, v. 02, 489p. Disponível em: <<https://ciagro.institutoidv.org/ciagro2021/uploads/1029.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2022.

SOUZA, G. M. **Desenvolvimento e morfologia de inflorescências em videiras “Niagara Rosada” (*Vitis labrusca L.*)**. 2013. 105f. Tese (Doutorado - Produção Vegetal). Universidade Federal do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, 2013.

STÁVEK, J.; PAPOUSKOVA, B.; BALIK, J.; BEDNAR, P. Effect of Storage Conditions on Various Parameters of Colour and the Anthocyanin Profile of Rosé Wines. **International Journal of Food Properties**, v. 15, n. 15, p. 1133-1147, set. 2012.

SUN, M. ZHANG, D.; LIU, L.; WANG, Z. How to predict the sugariness and hardness of melons: A near-infrared hyperspectral imaging method. **Food Chemistry**, v. 218, p. 413–421. 2017.

TANG, K.; MA, L.; HAN, Y.-H.; NIE, Y.; LI, J.-M.; XU, Y. Comparison and Chemometric Analysis of the Phenolic Compounds and Organic Acids Composition of Chinese Wines. **Journal of Food Science**, [S.l.], v. 80, n. 1, p. 20-28, 26 nov. 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/1750-3841.12691>.

TAUCHEN, J.; MARSIK, P.; KVASNICOVA, M.; MAGHRADZE, D.; KOKOSKA, L.; VANEK, T.; LANDA, P. In vitro antioxidant activity and phenolic composition of Georgian,

Central and West European wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, [S.l.], v. 41, p. 113-121, ago. 2015.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2014.12.029>.

TORRES, A. P.; OLIVEIRA, J. B. de; MENEZES, T. R.; MORAIS, L. R. V. de; SILVA, P. F. da; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA, G. E. Características agronômicas de videiras viníferas cultivadas em Morro do Chapéu, BA. In: **Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**, 8., 2013, Petrolina. **Anais [...]**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2013a. p. 253-259. (Embrapa Semiárido. Documentos, 253).

TORRES, A. P.; OLIVEIRA, J. B. de; BERRON, L.; VAZ, J.; GOMES, O.; MENEZES, T. R.; MORAIS, L. R. V. de; SILVA, P. F.; BIASOTO, A. C. T.; PEREIRA, G. E.

Characterization of wines from a new region of altitude in the Northeast of Brazil. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, v. 28, p. 260-265, 2013b.

URVIETA, R.; BUSCEMA, F.; BOTTINI, R.; COSTE, B.; FONTANA, A. Phenolic and sensory profiles discriminate geographical indications for Malbec wines from different regions of Mendoza, Argentina. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 265, p. 120-127, nov. 2018.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.083>.

VALENTIN, L.; BARROSO, L. P.; BARBOSA, R. M.; PAULO, G. A. de; CASTRO, I. A. Chemical typicality of South American red wines classified according to their volatile and phenolic compounds using multivariate analysis. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 302, p. 125340, jan. 2020.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125340>.

VAUZOUR, D.; RODRIGUEZ-MATEOS, A.; CORONA, G.; ORUNA-CONCHA, M. J.; SPENCER, J. P. E. Polyphenols and Human Health: prevention of disease and mechanisms of action. **Nutrients**, [S.l.], v. 2, n. 11, p. 1106-1131, nov. 2010.

<http://dx.doi.org/10.3390/nu2111106>.

VILAR, S. B. O.; ALBUQUERQUE JUNIOR, N. M. J.; COELHO, A. B.; SILVA, J. N.; BARROS, S. L.; SILVA, W. P. da. Evaluation of the Drying Process of Grape cv. Arra 15[®]. **Research, Society and Development**, [S.l.], v. 10, n. 5, p. 1-14, 2021.

Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15050>. Acesso em: 21 jan. 2022.

WATERHOUSE, A. L.; SACKS, G. L.; JEFFERY, D. W. **Understanding Wine Chemistry**. Editorial John Wiley and Sons. 2016.480 p.

WIRTH, J.; CAILLÉ, S.; SOUQUET, J. M.; SAMSON, A.; DIEVAL, J. B.; VIDAL, S.; FULCRAND, H.; CHEYNIER, V. Impact of post-bottling oxygen exposure on the sensory characteristics and phenolic composition of Grenache rosé wines. **Food Chemistry**, v. 132, n. 4, p. 1861-1871, jun. 2012.

YANG, P.; LI, H.; WANG, H.; HAN, F.; JING, S.; YUAN, C.; GUO, A.; ZHANG, Y.; XU, Z. Dispersive Liquid-Liquid Microextraction Method for HPLC Determination of Phenolic Compounds in Wine. **Food Analytical Methods**, [S.l.], v. 10, n. 7, p. 2383-2397, 18 jan. 2017.

<http://dx.doi.org/10.1007/s12161-016-0781-2>.