



Ana Carolina Vilas Boas

**Caracterização físico-química, atividade
antioxidante e perfil de compostos fenólicos em
vinhos de inverno produzidos e comercializados no
sul de Minas Gerais**

Lavras – MG

2017

Ana Carolina Vilas Boas

**Caracterização físico-química, atividade antioxidante e perfil de compostos
fenólicos em vinhos de inverno produzidos e comercializados
no sul de Minas Gerais**

Tese apresentada a Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Ciência
dos Alimentos, para a obtenção do título
de Doutor.

Orientador

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

Lavras - MG

2017

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Vilas Boas, Ana Carolina.

Caracterização físico-química, atividade antioxidante e perfil
de compostos fenólicos em vinhos de inverno produzidos e
comercializados no sul de Minas Gerais / Ana Carolina Vilas Boas.
- 2016.

89 p. : il.

Orientador(a): Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2016.
Bibliografia.

1. Vitis vinifera. 2. Compostos bioativos. 3. Atividade
antioxidante. I. Lima, Luiz Carlos de Oliveira. . II. Título.

Ana Carolina Vilas Boas

**Caracterização físico-química, atividade antioxidante e perfil de compostos
fenólicos em vinhos de inverno produzidos e comercializados no
sul de Minas Gerais**

Tese apresentada a Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de Doutor.

Aprovada em 06 de dezembro de 2016.

Dr. Antonio Decarlos Neto UFLA

Dr. Sérgio Tonetto de Freitas EMBRAPA

Dra. Elisângela Elena Nunes Carvalho UFLA

Dr. Luis Roberto Batista UFLA

Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

Orientador

Lavras - MG

2017

*Aos meus pais, Tadeu e Rejane e
ao meu marido, Luiz Gustavo, por
acreditarem nos meus sonhos.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me conferir saúde, motivação e oportunidades na busca de novos desafios no desenvolvimento profissional e pessoal.

Aos meus pais, Tadeu e Rejane, pelo amor e incentivo.

Ao Luiz Gustavo, pelo apoio, atenção e por sonhar junto comigo.

Aos meus familiares e amigos, pela paciência e carinho.

Aos meus amigos do Laboratório de Pós-Colheita, pela ajuda, pelo companheirismo e por tornar essa trajetória mais agradável.

Ao professor Luiz Carlos, pelos ensinamentos, pela confiança depositada e por contribuir com o meu crescimento constante.

À Embrapa Semiárido de Petrolina, pelo auxílio nas análises cromatográficas.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento da pesquisa.

Enfim, obrigada a todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para que o objetivo fosse alcançado.

RESUMO

As características físico-químicas e o teor de compostos bioativos de vinhos finos são influenciados pelas condições climáticas, bem como pela cultivar de uva utilizada. Dessa forma, os objetivos, no presente trabalho, foram realizar a caracterização físico-química, a avaliação da atividade antioxidante e determinar o perfil de compostos fenólicos de diferentes vinhos finos produzidos no sul de Minas Gerais. Vinhos tintos das variedades Merlot, Syrah, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc; vinhos brancos das variedades Sauvignon Blanc e Chardonnay e vinhos rosados da variedade Syrah foram produzidos nas respectivas vinícolas localizadas no sul de Minas Gerais e, após o engarrafamento, foram levados ao Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras. Análises físico-químicas, assim como coloração, teor de fenólicos, antocianinas, perfil de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante, foram realizadas com o objetivo de caracterizar os vinhos finos da região sul do estado. Alguns vinhos tintos apresentaram teor alcoólico acima do permitido pela legislação, tendo os demais parâmetros físico-químicos ficado dentro do preconizado pela legislação. Vinhos brancos e rosados se encontraram dentro dos limites estabelecidos pela legislação com relação a grau alcoólico, acidez total, acidez volátil e SO₂. Os vinhos mostraram quantidades significativas de t-resveratrol, fenólicos totais, antocianinas, flavonóis, flavanóis e ácidos fenólicos e apresentam as características bioativas necessárias para permitir competitibilidade com as tradicionais regiões produtoras de vinho do Brasil.

Palavras-chave: *Vitis vinifera*. Compostos bioativos. Atividade antioxidante.

ABSTRACT

The physical-chemical characteristics and bioactive compounds contents of fine wines are influenced by climatic conditions and the grape cultivar used. Thus, the aim of this study was to perform the physical-chemical characterization, evaluation of the antioxidant activity and the phenolic compounds profile of different red wines produced in the South of Minas Gerais State, Brazil. Red wines of the varieties Merlot, Syrah, Cabernet Sauvignon and Cabernet Franc; White wines of the varieties Sauvignon Blanc and Chardonnay; Rose wines of the Syrah variety were produced in the respective wineries located in the south of Minas Gerais State and after bottling were taken to the Postharvest Laboratory of the Federal University of Lavras. Physical-chemical analyses, color analysis, total phenolic content and profile of the phenolic compounds, anthocyanins content and antioxidant activity were carried out aiming the characterization fine wines of the southern region of the state. Fine wines produced in Minas Gerais State demonstrated interesting physical-chemical characteristics, but some red wines still have alcohol content above the legislation limit, however white and rosé wines are in accordance to the limits established by legislation regarding alcoholic content, total acidity, volatile acidity and SO₂ content. Wines of the studied region presented higher amounts of t-resveratrol when compared to wines produced in traditional regions of the country. The wines studied presented significant contents of total phenolics, anthocyanins, flavonol, flavanols and phenolic acids, with the necessary bioactive characteristics to act as functional food for consumers and to allow the competition with traditional wine production regions and the consolidation of wines produced in the south of Minas Gerais State.

Keywords: *Vitis vinifera*. Bioactive compounds. Antioxidant activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Uva Merlot.....	16
Figura 2	Uva Syrah.....	17
Figura 3	Uva Cabernet Sauvignon.....	18
Figura 4	Uva Cabernet Franc.....	19
Figura 5	Uva Chardonnay.....	20
Figura 6	Uva Sauvignon Blanc.....	20
Figura 7	Estrutura química básica dos flavonoides.....	30
Figura 8	Estrutura genérica das antocianidinas.....	32
Figura 9	Forma radicalar (1) e não radicalar (2) do DPPH.....	35
Figura 10	Estrutura do β -caroteno (5) e do ácido linoleico (6).....	35

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

ARTIGO 1

Tabela 1	pH, acidez total, acidez volátil, SO ₂ total, açúcar residual, grau alcoólico, sólidos solúveis e coloração (croma e Hue) de vinhos finos tintos produzidos no sul de Minas Gerais.....	49
Tabela 2	pH, acidez total, acidez volátil, SO ₂ total, açúcar residual, grau alcoólico, sólidos solúveis e coloração (croma e Hue) de vinhos finos brancos produzidos no sul de Minas Gerais.....	52
Tabela 3	pH, acidez total, acidez volátil, SO ₂ total, açúcar residual, grau alcoólico, sólidos solúveis e coloração (croma e Hue) do vinho fino rosado produzido no sul de Minas Gerais.....	54

ARTIGO 2

LISTA DE TABELAS

Table 1	Phenolic compounds and L* values for wines from Minas Gerais State, Brazil.....	71
Table 2	Phenolic compounds and L* values for white wines from Minas Gerais State, Brazil.....	73
Table 3	Phenolic compounds and L* values of a rose wine from Minas Gerais State, Brazil.....	74
Table 4	Mean values for flavonols and trans-resveratrol in wine SRBE produced in Minas Gerais, Brazil.....	80

LISTA DE FIGURAS

Figure 1	Mean values for flavonols and trans-resveratrol in wines produced in Minas Gerais, Brazil. STBE: Syrah (Boa Esperança); STTC: Syrah (Três Corações); STCO: Syrah (Cordislândia); MECO: Merlot (Cordislândia); CSCO: Cabernet Sauvignon (Cordislândia); CFCO: Cabernet Franc (Cordislândia).....	78
Figure 2	Mean values for antioxidant activity of wines produced in Minas Gerais, Brazil. STBE: Syrah (Boa Esperança); STTC: Syrah (Três Corações); STCO: Syrah (Cordislândia); MECO: Merlot (Cordislândia); CSCO: Cabernet Sauvignon (Cordislândia); CFCO: Cabernet Franc (Cordislândia)..	81

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	UVAS E VINHOS NO BRASIL E EM MINAS GERAIS	14
2.2	UVAS FINAS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE VINHOS	15
2.2.1	Merlot	15
2.2.2	Syrah	16
2.2.3	Cabernet Sauvignon	17
2.2.4	Cabernet Franc	18
2.2.5	Chardonnay	19
2.2.6	Sauvignon Blanc	20
2.3	PROCESSO DE ELABORAÇÃO DE VINHOS	21
2.3.1	Colheita, recepção e análise das uvas	21
2.3.2	Desengace e esmagamento	21
2.3.3	Sulfitagem do mosto	21
2.3.4	Fermentação alcoólica-fase tumultuosa	22
2.3.5	Remontagens e maceração	22
2.3.6	Descuba	23
2.3.7	Fermentação alcoólica – fase lenta	23
2.3.8	Trasfegas	23
2.3.9	Atesto	24
2.3.10	Fermentação malolática	24
2.3.11	Sulfitagem	24
2.3.12	Colagem	25
2.3.13	Filtração	25
2.3.14	Cortes	25
2.3.15	Engarrafamento	26
2.3.16	Envelhecimento	26
2.4	CARACTERÍSTICAS E QUALIDADE DOS VINHOS	26
2.5	COMPOSTOS FENÓLICOS	29
2.5.1	Flavonóides	30
2.5.2	Não flavonóides	32
2.5.3	Importância dos compostos fenólicos em uvas e vinhos	33
2.6	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE IN VITRO	34
	REFERÊNCIAS	37

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS	43
--------------------------------------	-----------

ARTIGO 1 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E TEOR DE ÁCIDOS ORGÂNICOS DE VINHOS FINOS PRODUZIDOS NO SUL DE MINAS GERAIS

1	INTRODUÇÃO	45
2	MATERIAL E MÉTODOS	46
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4	CONCLUSÃO	56
	REFERÊNCIAS	57

ARTIGO 2 – BIOACTIVE COMPOUNDS IN WINES PRODUCED IN A NEW AREA FOR VITIVINICULTURE IN BRAZIL

1	INTRODUCTION	64
2	MATERIAL AND METHODS	66
3	RESULTS AND DISCUSSION	70
4	CONCLUSION	82
	REFERENCES	84

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Uvas e produtos derivados do seu processamento têm recebido atenção especial por seus inúmeros benefícios à saúde, tais como inibição do crescimento de células cancerosas renais, do cólon, da mama e da tireoide (MAZUÉ et al., 2014; SAHPAZIDOU et al., 2014); inibição do crescimento de câncer de colo de útero (CHEN et al., 2014); efeitos anti-inflamatórios (DECENDIT et al., 2013); melhoria de oxidação cardiovascular (HORT et al., 2012) e redução das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) oxidadas, e aumento das lipoproteínas de alta densidade (HDL) (EVANS; WILSON; GUTHRIE, 2014). O vinho é uma bebida resultante da fermentação alcoólica, total ou parcial, de uvas frescas, esmagadas ou não, ou do seu mosto, por intervenção de processos tecnológicos permitidos por lei (GUERRA, 2005).

Os compostos fenólicos apresentam atividade antioxidante pronunciada e estão amplamente presentes em vinhos. Trabalhos recentes com resveratrol (BRESCIANI et al., 2014; CHEN et al., 2014), proantocianidinas (FERNÁNDEZ-IGLESIAS et al., 2014) e rutina (CHOI et al., 2013), entre outros, demonstram a atuação benéfica desses compostos no organismo.

Vários estudos têm sido realizados envolvendo vinhos produzidos no Brasil (DIAS; DAVID; DAVID, 2016; FERREIRA-LIMA et al., 2016). No entanto, não estão disponíveis trabalhos que descrevam a qualidade de vinhos finos produzidos no sul de Minas Gerais, visto se tratar de uma região onde a viticultura se encontra em expansão. Além das regiões tradicionais produtoras de uvas, sucos e vinhos no país, novas regiões, como o sul de Minas Gerais, têm se inserido nesse contexto, dando início à produção de uvas finas por meio de uma

técnica chamada poda invertida, que possibilita a colheita das uvas nos períodos mais frios, sendo utilizadas na elaboração de vinhos destinados ao consumo regional e nacional.

O vinho, além das características sensoriais interessantes, constitui importante fonte de compostos fenólicos, representados, principalmente, por flavanóis, antocianinas, resveratrol, quercetina e caempferol, que são compostos alvos de muitos estudos recentes. Dessa forma, vários trabalhos relacionam o consumo moderado de vinho com a prevenção de inúmeras doenças.

No entanto, os vinhos produzidos no sul de Minas Gerais ainda são pouco conhecidos e estudados e assim, o objetivo do trabalho foi avaliar suas características físico-químicas, seu perfil de compostos fenólicos, o teor de antocianinas, além de sua atividade antioxidante *in vitro*, de forma a estabelecer a qualidade dos vinhos produzidos na região e fornecer informações aos produtores e aos consumidores.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Uvas e vinhos no Brasil e em Minas Gerais

A produção de uvas e vinhos finos no Brasil tem apresentado perspectivas interessantes nos últimos anos. Segundo o Instituto Brasileiro do Vinho - IBRAVIN (2016), a área de produção vitivinícola no Brasil, atualmente, soma 83,7 mil hectares, divididos, principalmente, entre seis regiões, sendo mais de 1,1 mil vinícolas espalhadas pelo país, a maioria instalada em pequenas propriedades. Assim, o país se consolidou como o quinto maior produtor da bebida no hemisfério sul e, certamente, é um dos mercados que crescem mais rapidamente no globo.

No ano de 2013, a safra foi de 611,9 milhões de kg, sendo 74,3 milhões de kg de variedades viníferas. Já na safra 2014, o Rio Grande do Sul, estado do qual se originam 90% da produção total do país, produziu 604 milhões de kg de uva. Deste total, 66 milhões de kg de uvas viníferas são utilizadas para elaborar vinhos finos (IBRAVIN, 2014). Além das tradicionais regiões produtoras, outras regiões apresentam potencial para a produção de vinhos finos, entre elas o estado de Minas Gerais.

Segundo Melo (2014), Minas Gerais apresentou um aumento de produção de uvas de 25,99%, em 2013, em relação ao ano de 2012. Esse elevado aumento deve-se às diversas ações de pesquisa, desenvolvimento e extensão que culminaram no surgimento de um novo polo de produção de uva ‘Niágara’ para consumo *in natura*, na região de São Gonçalo de Sapucaí, e de outro polo produtor de uvas *Vitis vinifera* L., de elevada concentração de açúcar, no sul do estado, na região cafeeira, em que são realizadas duas podas, com inversão do

ciclo da videira, com a colheita no inverno, quando a precipitação é baixa, apresentando noites frias e dias relativamente quentes.

Nesse contexto, a técnica da poda invertida tem sido recentemente implantada no estado de Minas Gerais, dando origem a uvas e, conseqüentemente, a vinhos com características físico-químicas e bioativas ainda pouco conhecidas e estudadas.

2.2 Uvas finas utilizadas na produção de vinhos

As uvas dividem-se, basicamente, em duas espécies, que são as uvas comuns ou americanas, pertencentes à espécie *Vitis labrusca* e as uvas finas ou europeias, pertencentes à espécie *Vitis vinifera*.

No Brasil, alguns anos atrás, as variedades da espécie *Vitis vinifera* tinham seu cultivo praticamente limitado aos estados de clima mais frio, como Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porém, as técnicas de enxertia originaram plantas mais resistentes, com maior vigor e melhor adaptação aos diferentes tipos de solo, possibilitando seu cultivo em outras regiões (ABE et al., 2007).

Várias cultivares de uvas finas têm sido utilizadas recentemente para a produção de vinhos no sul de Minas Gerais, como Merlot, Syrah, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Chardonnay e Sauvignon Blanc, cultivares estas que se adaptaram muito bem no sistema de dupla poda.

2.2.1 ‘Merlot’

A cultivar Merlot, juntamente com outras do grupo das europeias, marcou o início da produção de vinhos finos varietais brasileiros e ocupa o segundo lugar em volume de produção entre as cultivares de *Vitis vinifera* L.

tintas. O vinho merlot é aveludado e frutado e apresenta coloração vermelho-violáceo. Quanto ao olfato, não apresenta aroma pronunciado típico, como ocorre com o Cabernet Sauvignon e, gustativamente, impressiona pelo equilíbrio e maciez (RIZZON; MIELE, 2003).

Figura 1 Uva Merlot



2.2.2 'Syrah'

'Syrah' é uma cepa de boa produtividade e de colheita não muito tardia, profunda e densa. Tem sua qualidade reduzida quando os volumes de uva por hectare são muito altos e não deve ficar na parreira por mais tempo do que o adequado, pois tem a tendência de perder aroma e acidez. Apresenta a potência e a profundidade do cabernet sauvignon e os aromas intensos e as sutis complexidades do pinot noir (BOLONHEZ, 2007). Os vinhos syrah são

marcados pela cor intensa, taninos evidentes e boa capacidade para envelhecer com nobreza (SOUSA, 2005).

Figura 2 Uva Syrah



2.2.3 ‘Cabernet Sauvignon’

A cultivar Cabernet Sauvignon, originária da região de Bordeaux, na França, é considerada uma das mais nobres viníferas e está difundida, atualmente, na maior parte dos países vitivinícolas. Esta uva apresenta características peculiares, produzindo vinhos varietais de ótima qualidade (BETTONI et al., 2013). O vinho de ‘Cabernet Sauvignon’ é mundialmente reputado pelo seu caráter varietal, com intensa coloração, riqueza em taninos e complexidade de aroma e buquê. Evolui com o envelhecimento, atingindo sua máxima qualidade desde dois a três anos até cerca de vinte anos, em determinadas safras (GUERRA et al., 2009).

Figura 3 Uva Cabernet Sauvignon



2.2.4 Cabernet Franc

A ‘Cabernet Franc’ é uma variedade francesa da região de Bordeaux. Segundo Guerra (2009), a ‘Cabernet Franc’ é medianamente vigorosa e bastante produtiva, proporcionando colheita de uvas de boa qualidade, atingindo, facilmente, 18 °Brix a 20 °Brix, em vinhedos bem conduzidos. Origina vinho com tipicidade, apropriado para ser consumido ainda jovem. Em anos menos chuvosos, durante o período de maturação, o vinho é mais encorpado e tem coloração mais intensa, apresentando considerável evolução qualitativa com alguns anos de envelhecimento (GUERRA et al., 2009). O vinho da uva ‘Cabernet Franc’ tem semelhanças com o vinho ‘Cabernet Sauvignon’, mas seu tanino é mais suave, a acidez é menor e o corpo menos robusto, apresentando sabores de chocolate, tabaco, pimenta e framboesa e aroma de cascas de batata (SOUSA, 2005).

Figura 4 Uva Cabernet Franc



2.2.5 'Chardonnay'

É uma casta de brotação precoce e goza de renome internacional, especialmente pela qualidade dos vinhos que origina na Borgonha, assim como pelos famosos espumantes elaborados na região de Champagne, em corte com 'Pinot Noir'. No Brasil tem sido utilizada para a elaboração de vinho fino varietal, também para vinhos espumantes (GUERRA et al., 2009). Essa variedade é considerada a rainha das uvas brancas e pode ser encontrada na maior parte dos vinhedos do mundo, devido à sua grande adaptabilidade em diferentes climas e solos (SOUSA, 2006).

Figura 5 Uva Chardonnay



2.2.6 'Sauvignon Blanc'

Trata-se de uma clássica uva branca. O vinho Sauvignon Blanc é muito característico: leve, seco, de acidez incisiva e refrescante, com tendência a mostrar aromas vegetais frescos, como grama verde, cítricos, pimenta verde, aspargos, goiaba ou maracujá (SOUSA, 2006).

Figura 6 Uva Sauvignon Blanc



2.3 Processo de elaboração de vinhos

A vinificação é o conjunto de procedimentos e processos empregados para a transformação da uva madura em vinho. A fabricação de vinhos envolve uma sequência de operações que se inicia com o recebimento da uva e se completa com a guarda do vinho antes de ele ser liberado para a venda (SOUSA, 2005).

2.3.1 Colheita, recepção e análise das uvas

O processamento dos vinhos inicia-se com a colheita das uvas, quando é medido o seu grau glucométrico para fins de conhecimento do potencial alcoólico e possíveis correções ao longo da fabricação do vinho.

2.3.2 Desengace e esmagamento

Após o processamento, são realizados o desengace e o esmagamento. O esmagamento é a trituração das uvas, liberando o mosto pela ruptura das películas das uvas. Para uvas brancas, uma variação bastante utilizada da técnica é o desengace sem esmagamento. A uva é, em seguida, prensada inteira, o que pode aportar maior qualidade aromática ao vinho (GUERRA; DA SILVA, 2016).

2.3.3 Sulfitagem do mosto

Segundo Pinto Neto (2013), o anidrido sulfuroso, ou dióxido de enxofre, é acrescentado ao mosto antes de sua fermentação, pois apresenta ação seletiva, inibindo o crescimento de bactérias e leveduras indesejáveis, facilitando o crescimento das desejáveis. Atua como antioxidante,

protegendo o mosto do ar e também facilita a dissolução das matérias corantes, permitindo obter vinhos mais coloridos.

2.3.4 Fermentação alcoólica – fase tumultuosa

As leveduras são os microrganismos que transformam o açúcar contido no mosto da uva em álcool etílico e compostos secundários. São, portanto, os agentes biológicos da vinificação. De acordo com Guerra e Da Silva (2016), o melhor método de adição da levedura ao mosto é por meio de "pé de cuba", que consiste em diluir um preparado comercial de leveduras secas ativas em uma quantidade de mosto que represente de 2% a 5% do volume total a fermentar. Segundo os autores, a levedura *Saccharomyces cerevisiae* é a única a prestar-se à vinificação, uma vez que tem a capacidade de transformar totalmente os açúcares da uva em álcool etílico e outros compostos secundários.

A primeira fase da fermentação (com bagaço) é denominada fermentação tumultuosa, dura poucos dias e se manifesta por um grande desprendimento de gás carbônico e pela elevação da temperatura do meio.

2.3.5 Remontagens e maceração

A remontagem é uma importante etapa da maceração na vinificação em tinto. Na prática, trata-se de uma maneira de homogeneizar as fases sólida e líquida, dado que a fase sólida concentra-se na parte superior do recipiente, durante a fermentação (GUERRA; DA SILVA, 2016). As primeiras remontagens ocorrem, normalmente, na fermentação tumultuosa, para favorecer a multiplicação das leveduras, que necessitam de oxigênio para o seu desenvolvimento e multiplicação, bem como extrair a maior quantidade de

substâncias corantes (PINTO NETO, 2013). A maceração é uma das etapas mais importantes do processo de fermentação alcoólica do vinho, na qual são extraídos todos os componentes da cor.

2.3.6 Descuba

A descuba é a operação na qual se separa o mosto em fermentação das substâncias sólidas mais grosseiras em suspensão. O conjunto destas substâncias denomina-se bagaço e é composto, em sua maior parte, pela película das bagas. O momento de descuba é fixado pela queda da temperatura de fermentação, pela paralização no desprendimento de gás carbônico e pela diminuição da densidade do mosto (PINTO NETO, 2013). A parte sólida da descuba pode ser submetida a processos de prensagem para extrair o mosto secundário para posterior incorporação ao vinho primário.

2.3.7 Fermentação alcoólica – fase lenta

Com o passar dos dias, a fermentação começa a diminuir de intensidade devido à diminuição da presença do açúcar. Nesta etapa, o líquido se separa da parte sólida (bagaço, cascas, etc.) e são eliminados os últimos traços de glicose que se transformam em álcool. São poucos os açúcares que ainda restam e, neste momento, o mosto já é o vinho propriamente dito.

2.3.8 Trafegas

Trafegas consistem em transferir o vinho de um recipiente para outro, visando separá-lo dos sólidos insolúveis que sedimentam no fundo da cuba ao final da

fermentação (borras). Podem servir também, em alguns casos, para a aeração do vinho, reequilibrando seu potencial de oxido-redução (GUERRA; DA SILVA, 2016).

2.3.9 Atesto

O atesto consiste em preencher os tanques periodicamente, à medida que o nível do vinho diminui, devido à evaporação ou à mudança de temperatura. Dependendo do tamanho do recipiente, o atesto deve ser feito semanalmente. Esta é uma prática simples, mas muito importante. O vinho utilizado no atesto deve ter a mesma qualidade ou ser melhor que aquele que está no tonel. Deve estar límpido e, de preferência, estabilizado. Se não tiver esses cuidados, todo recipiente pode ser contaminado por alteração acética ou oxidação (RIZZON; MENEGUZZO, 2006).

2.3.10 Fermentação malolática

Uma vez concluída a fermentação alcoólica, a etapa seguinte é a fermentação malolática, ou seja, a transformação do ácido málico em láctico e a consequente redução da acidez total. Além disso, ocorrem também outras reações secundárias, tais como desprendimento de dióxido de carbono, pequena elevação da acidez volátil e do pH do vinho. Os agentes microbiológicos responsáveis por essas transformações são as bactérias lácticas, microrganismos muito difundidos na natureza, com elevado grau de especificidade (RIZZON; MANFROI, 2006).

2.3.11 Sulfitagem

A sulfitagem serve para neutralizar possíveis reações químicas e bioquímicas de oxidação e evitar o crescimento de microrganismos indesejáveis no

vinho. Deve-se adicionar SO_2 ao mosto antes do início da fermentação alcoólica, de modo a inibir o crescimento de bactérias e leveduras selvagens que competiriam com a cultura pura de levedura, com prejuízo para a qualidade do vinho (GUERRA; DA SILVA, 2016).

2.3.12 Colagem

A operação de colagem consiste na clarificação do vinho, por meio de um produto orgânico ou mineral que, por adsorção eletrostática, coagula, flocula e arrasta as partículas em suspensão (PINTO NETO, 2013).

2.3.13 Filtração

A filtração é a prática mais empregada em enologia para a retirada de micropartículas e para a estabilização microbiológica do vinho. Os tipos de filtro mais utilizados são a terra (normalmente são a vácuo), a placas ou lenticulares (GUERRA; DA SILVA, 2016).

2.3.14 Cortes

Normalmente, os vinhos são elaborados sem mistura de variedades em um mesmo recipiente e assim permanecem até o final da estabilização. Nesta fase, podem ser engarrafados como tal (são os chamados vinhos varietais) ou podem ser misturados com o objetivo de obter um produto mais harmônico, remediando o excesso ou a deficiência de certos componentes (GUERRA; DA SILVA, 2016).

2.3.15 Engarrafamento

Os recipientes utilizados para a conservação do vinho devem ser lavados com produtos que assegurem a retirada de toda substância estranha e eliminem os microrganismos patogênicos.

As garrafas são lavadas em máquinas próprias que colocam o recipiente em contato com solução detergente previamente aquecida para aumentar o efeito e, assim, separar e emulsionar os detritos existentes. Depois de levadas, as garrafas são enxaguadas em jatos de água, à temperatura decrescente. Para evitar o choque térmico, a amplitude de temperatura entre duas zonas de lavagem não deve exceder a 35 °C (RIZZON; MENEGUZZO, 2006). Então, realizam-se o preparo da rolha, o enchimento da garrafa, o fechamento da garrafa, a capsulagem e a rotulagem.

2.3.16 Envelhecimento

Segundo Guerra e Da Silva (2016), na garrafa, o vinho deixa de estar sob um ambiente oxidante e passa a estar sob um ambiente redutor e, nessas condições, desenvolve o aroma terciário, ou de envelhecimento. Este aroma, por ser bastante complexo e sentido na degustação buco-nasal, é denominado buquê. O tempo de envelhecimento em garrafa é determinado pelo potencial de cada vinho, variando de alguns meses a vários anos.

2.4 Características e qualidade dos vinhos

A obtenção de um vinho de qualidade depende da composição das bagas no momento da colheita (teores de açúcares, ácidos, taninos, antocianinas,

polifenóis não oxidáveis, aromas, enzimas oxidorreduzoras e microelementos). Esta garante o caráter distintivo e de qualidade e está diretamente relacionada com o ecossistema vitícola (clima, solo, cultivar, porta-enxerto) e com as técnicas culturais (irrigação, controle de pragas e doenças, adubação) (MOTA et al., 2009).

A uva é responsável por mais de 95% dos atributos percebidos no vinho. Seus ácidos orgânicos apresentam, entretanto, variações nas concentrações na dependência da variedade, no grau de maturação do fruto, na disponibilidade de água e na temperatura decorrente da exposição ao sol (LIMA et al., 2010). É fundamental que as uvas tenham boa relação açúcar/acidez, pois é a característica ácida que faz com que os vinhos brasileiros sejam considerados de alta qualidade e reconhecidos por seu frescor e aromas frutados (CAMARGO, 2003).

O vinho é constituído, principalmente, de água, açúcares, álcool, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, terpenoides, substâncias nitrogenadas, ésteres, aldeídos e cetonas, e outras substâncias, como vitaminas, sais minerais e anidrido sulfuroso.

No caso do vinho, a água corresponde entre 70% a 90% do seu volume, dependendo do tipo de casta ou do tipo de vinho (seco a doce), e nela se encontram dissolvidos todos os elementos odorantes e sápidos do líquido (AFONSO, 2006).

De acordo com Moraes e Locatelli (2010), o álcool etílico, juntamente com a água e o glicerol, é o componente mais importante no vinho. O álcool etílico e o glicerol, na proporção de 5 a 10 g/l, são provenientes da fermentação alcoólica. Além deles, o butilenoglicol, o inositol e o metanol estão, geralmente, presentes nos vinhos.

O teor de açúcar da uva pode variar entre 15% e 30%, em razão de alguns fatores, como variedade da uva, estágio de maturação e clima, sendo os

açúcares da uva constituídos quase exclusivamente de *D*-glicose e *D*-frutose, em proporções sensivelmente iguais, no momento da plena maturação (MORAES; LOCATELLI, 2010).

Os ácidos orgânicos são as substâncias de gosto ácido, incluindo o ácido acético. Uns são provenientes da uva - como os ácidos tartárico, málico e cítrico - e outros resultantes da fermentação, como o succínico, o láctico e o acético. Este último representa a acidez volátil, enquanto os cinco primeiros constituem a acidez fixa; juntos formam a acidez total do vinho (AFONSO, 2006). Além desses, existem outros ácidos em quantidades diminutas. Os ácidos mais importantes são o tartárico e o málico. O ácido acético é o principal componente para a acidez volátil do vinho (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Os compostos fenólicos conferem coloração e sabor ao vinho, além de conferirem inúmeros benefícios à saúde humana, especialmente em razão de suas propriedades antioxidantes, sendo o resveratrol o componente fenólico mais importante do vinho.

As substâncias nitrogenadas apresentam menor interferência no gosto do vinho, contudo, são meios nutritivos indispensáveis às leveduras e bactérias. Entre os compostos nitrogenados se destacam as proteínas, os polipeptídeos e os aminoácidos (MORAES; LOCATELLI, 2010).

Os microrganismos presentes na uva também interferem na qualidade dos vinhos. As populações de espécies de leveduras, fungos, bactérias lácticas e acéticas que compõem a microbiota natural das uvas podem sofrer influência negativa de fatores externos, a exemplo de quantidade elevada de chuvas antes da colheita, danos físicos que acometem as bagas, uso de fungicidas e condições inadequadas de manejo das plantas (ASSIS, 2012). Além disso, essa microbiota presente nas uvas antes da fermentação pode alterar a composição química do

mosto, gerando produtos que afetam o posterior crescimento das leveduras e as interações entre elas durante o processo fermentativo.

A grande diversidade de transformações químicas que ocorre no vinho irá originar novos compostos, mais estáveis, com características físico-químicas diferentes dos compostos fenólicos iniciais, alterando, assim, as características organolépticas do vinho, notadamente a cor e o sabor (MATEUS, 2009).

2.5 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são aqueles que apresentam uma ou mais (polifenóis) hidroxilas ligadas a um anel benzênico e, embora contenham um grupo característico de álcool, esta classe de compostos tem propriedades especiais, além de serem compostos mais ácidos que os alcoóis, sendo oxidados com maior facilidade (ARCHELA; ANTONIA, 2013). São substâncias amplamente distribuídas na natureza e mais de 8.000 compostos fenólicos já foram detectados em plantas (SILVA et al., 2010).

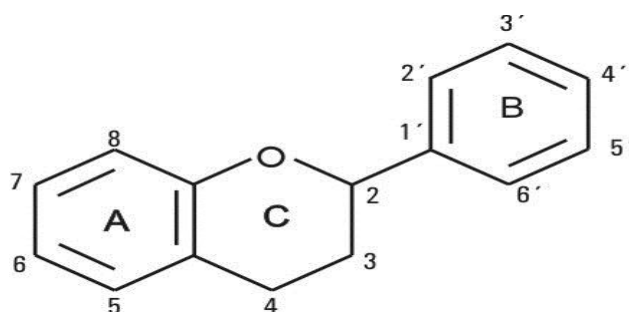
A biossíntese dos compostos fenólicos pode ocorrer por meio de diferentes rotas metabólicas, como a rota do ácido chiquímico e a rota do ácido malônico, sendo a última de maior relevância no metabolismo de microrganismos e pouca significância no metabolismo de vegetais. A rota do ácido chiquímico converte intermediários da glicose (ácido fosfoenolpirúvico) e da via das pentoses fostato (eritrose-4-fostato) em aminoácidos aromáticos, sendo esta via regulada pela enzima fenilalanina amônia liase (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os compostos fenólicos podem ser divididos em dois grupos, os flavonoides e os não flavonoides, sendo ambos compostos de baixo peso molecular, denominados metabólitos secundários, presentes em frutas e hortaliças (VOLP et al., 2008).

2.5.1 Flavonoides

Entre os flavonoides destacam-se alguns compostos, como flavanóis, flavonóis e antocianinas. A estrutura básica dos flavonoides consiste de 15 carbonos distribuídos em dois anéis aromáticos, A e B, interligados via carbono heterocíclico do pirano (VOLP et al., 2008), como pode ser visualizado na Figura 7.

Figura 7 Estrutura química básica dos flavonoides



A atividade biológica dos flavonoides e de seus metabólitos depende da sua estrutura química e dos vários substituintes da molécula, uma vez que a estrutura básica pode sofrer uma série de modificações, tais como glicosilação, esterificação, amidação e hidroxilação, entre outras alterações que irão modular a polaridade, a toxicidade e o direcionamento intracelular destes compostos (HUBER; RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Segundo Matsubara e Rodriguez-Amaya (2006), o que diferencia os flavonóis dos demais flavonoides é a presença do grupo hidroxílico (na posição 3) e do grupo carbonílico (na posição 4) no anel C. Os flavonóis ocorrem em alimentos, geralmente como O-glicosídeos, com mono, di ou trissacarídeos ligados, em sua maioria, na posição 3 e, em alguns casos, na posição 7. Os glicosídeos mais encontrados são glicose, galactose, ramnose e frutose

(MATSUBARA; RODRIGUEZ-AMAYA, 2006). Assim, quercetina, miricetina e caempferol são, possivelmente, os flavonóis mais conhecidos atualmente.

Entre os flavanóis, destacam-se as catequinas e as epicatequinas. As catequinas e as epicatequinas, presentes principalmente em sementes de uvas, são os principais compostos fenólicos responsáveis pelo sabor e a adstringência dos vinhos (ABE et al., 2007).

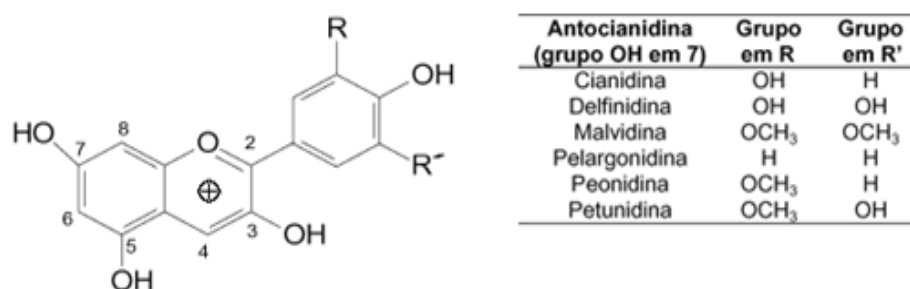
As antocianinas são um grupo de pigmentos vegetais hidrossolúveis, amplamente distribuídos no reino vegetal. Seu espectro de cor vai do vermelho ao azul, apresentando-se também como uma mistura de ambas as cores, resultando em tons de púrpura. Muitas frutas, hortaliças, folhas e flores devem sua atrativa coloração a estes pigmentos que se encontram dispersos nos vacúolos celulares (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas: antioxidantes, proteção contra a ação da luz, mecanismo de defesa e função biológica, e as cores vivas e intensas que elas produzem têm papel importante em vários mecanismos reprodutores das plantas, tais como a polinização e a dispersão de sementes (LOPES et al., 2007). A estabilidade das antocianinas é maior sob condições ácidas, mas pode ocorrer degradação por vários mecanismos, iniciando com perda da cor, seguida do surgimento de coloração amarelada e formação de produtos insolúveis. Além disso, a estabilidade da cor de antocianinas é dependente da estrutura e da concentração dos pigmentos, além de fatores como o pH, a temperatura e a presença de oxigênio (LOPES et al., 2007).

As antocianinas são compostos derivados das antocianidinas, cuja estrutura genérica é o cátion flavílico. Segundo Terci e Rossi (2002), nas antocianinas, uma ou mais hidroxilas das posições 3, 5 e 7 estão ligadas a açúcares, aos quais podem estar ligados ácidos fenólicos e os diferentes grupos R e R', e açúcares ligados nas posições 3, 5 e 7, assim como os ácidos a eles

ligados, caracterizam os diferentes tipos de antocianinas, como é mostrado na Figura 8.

Figura 8 Estrutura genérica das antocianidinas



Fonte: Terzi e Rossi (2002).

2.5.2 Não flavonoides

Na classe dos não flavonoides estão os derivados dos ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzoico (SILVA et al., 2010). Segundo Degáspari e Waszczyński (2004), os derivados do ácido hidroxicinâmico são compostos fenólicos de ocorrência natural que têm um anel aromático com uma cadeia carbônica constituída por três carbonos ligada ao anel, sendo os ácidos p-cumárico, ferúlico, cafeico e sináptico os hidroxicinâmicos mais comuns na natureza. Quanto aos derivados dos ácidos hidroxibenzoicos, podem-se destacar os ácidos salicílico, gálico, elágico, protocateico e vanílico (SILVA et al., 2010).

O resveratrol é o estilbeno mais estudado, por seus efeitos benéficos à saúde demonstrados em inúmeros estudos recentes (AGARWAL et al., 2013; GOH et al., 2014; HUANG et al., 2014), incluindo efeitos cardioprotetores e anticancerígenos.

Segundo Mateus (2009), os taninos vegetais podem se dividir em dois grandes grupos: os taninos hidrolisáveis e as proantocianidinas (taninos condensados). Porém, apenas a família das proantocianidinas está presente na espécie *Vitis vinifera*. Ainda segundo o autor, a presença de taninos hidrolisáveis no vinho é de origem exógena, como resultado de certas práticas vinícolas, tais como a utilização de barris, cuja madeira é rica em taninos hidrolisáveis, para o armazenamento do vinho após a fermentação alcoólica, e durante o seu envelhecimento.

2.5.3 Importância dos compostos fenólicos em uvas e vinhos

A uva ganha destaque dentre as frutas que contêm fontes de compostos fenólicos, pois nela se encontram os principais, como os flavonoides (antocianinas, flavanóis e flavonóis), os estilbenos (resveratrol), os ácidos fenólicos (derivados dos ácidos cinâmicos e benzóicos) e uma larga variedade de taninos. Além disso, a uva é uma fonte de compostos fenólicos, no entanto, os teores de fenólicos totais e de antocianinas nela encontrados variam de acordo com a espécie, a variedade, a maturidade, as condições climáticas e a cultivar (KATO; TONHI; CLEMENTE, 2012).

Segundo Mateus (2009), os polifenóis desempenham um papel fundamental no que diz respeito à indústria do vinho, sobretudo no caso dos vinhos tintos, pois, no que se refere à fisiologia da vinha, estes compostos desempenham funções na coloração das bagas, na regulação da maturação, na defesa contra vários agressores (bactérias, insetos, etc.) e, ainda, na resistência à degradação enzimática e putrefação.

No produto final, isto é, no vinho, estes compostos irão desempenhar um papel crucial na cor, no sabor, no aroma e também na capacidade de envelhecimento dos vinhos e é a presença desses compostos que irá distinguir, por

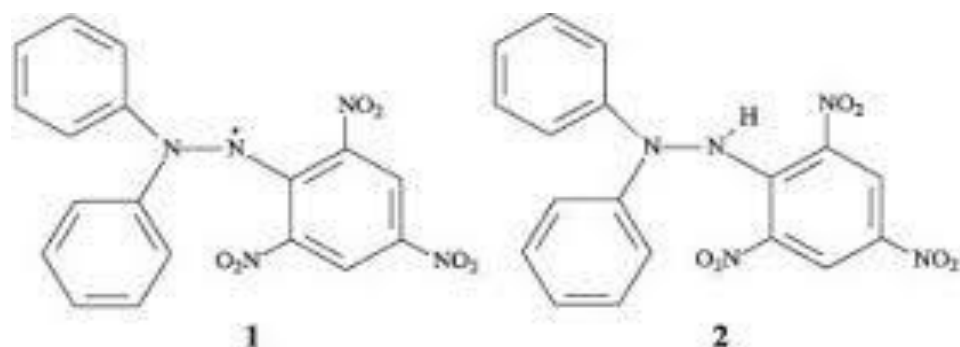
exemplo, um vinho comum de um vinho de guarda (“reserva”) (MATEUS, 2009). As propriedades benéficas relacionadas ao consumo moderado de vinho tinto são também relacionadas a esses compostos e são amplamente relatadas na literatura.

2.6 Atividade antioxidante *in vitro*

Sabe-se que a presença de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio em um organismo vivo está associada ao aumento do risco de doenças crônicas, especialmente doenças cardiovasculares; em contrapartida, o consumo de frutas, vegetais e vinhos, ricas fontes de substâncias antioxidantes, tendem a reduzir tal risco (ARCHELA; ANTONIA, 2013).

Dentre as várias técnicas utilizadas para a determinação da atividade antioxidante de frutas e produtos derivados do seu processamento, o método do DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila) talvez seja o mais conhecido e aplicado. O DPPH é um radical de nitrogênio orgânico, estável, de cor violeta, que tem absorção na faixa de 515-520 nm (SUCUPIRA et al., 2012). Este ensaio se baseia na medida da capacidade antioxidante de uma determinada substância em sequestrar o radical DPPH (Figura 9), reduzindo-o a hidrazina. Quando uma determinada substância que age como doador de átomos de hidrogênio é adicionada a uma solução de DPPH, a hidrazina é obtida com mudança simultânea na coloração de violeta a amarelo-pálido (ALVES et al., 2010).

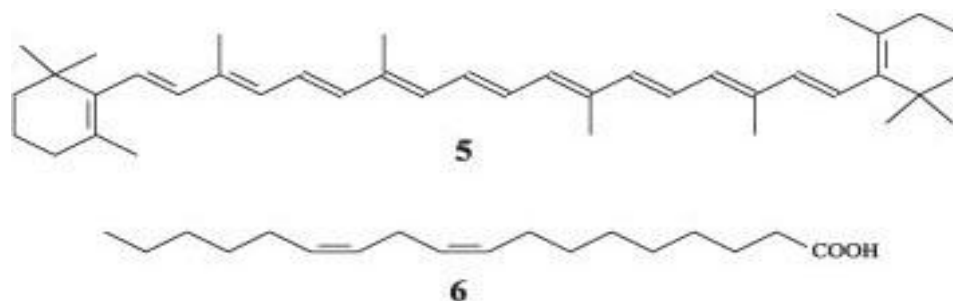
Figura 9 Forma radicalar (1) e não radicalar (2) do DPPH



Fonte: Alves et al. (2010)

Outra técnica que pode ser utilizada na determinação da atividade antioxidante é o β -caroteno/ácido linoleico. Este método permite avaliar a capacidade de uma determinada substância de prevenir a oxidação do β -caroteno, protegendo-o dos radicais livres gerados durante a peroxidação do ácido linoleico (ALVES et al., 2010). A leitura da absorbância é realizada em espectrofotômetro a 470 nm, em que se pode observar uma redução da absorbância, com perda da coloração do β -caroteno. A estrutura do β -caroteno e do ácido linoleico pode ser visualizada na Figura 10.

Figura 10 Estrutura do β -caroteno (5) e do ácido linoleico (6)



Fonte: Alves et al. (2010)

Então, segundo Duarte-Almeida et al (2006), o método β -caroteno/ácido linoleico determina a capacidade de uma amostra ou composto de proteger um substrato lipídico da oxidação, enquanto o método de inibição de radicais DPPH• baseia-se na transferência de elétrons de um composto antioxidante para um oxidante. Estas metodologias utilizam quantidades significativas de reagentes, padrões e amostras, e apresentam limitações em relação ao número de análises simultâneas que podem ser realizadas (DUARTE-ALMEIDA et al., 2006).

Além do método do DPPH e β -caroteno/ácido linoleico, outras técnicas têm sido utilizadas recentemente, para determinar a capacidade antioxidante *in vitro* de alimentos, como o FRAP, ABTS e ORAC.

REFERÊNCIAS

ABE, L. T. 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, 2007.

AFONSO, J. **Os componentes do vinho (parte 1)**. 2006. Disponível em: <http://revistaadega.uol.com.br/artigo/os-componentes-do-vinho-parte-1_5934.html>. Acesso em: 25 nov. 2016.

AGARWAL, B. et al. Resveratrol for primary prevention of atherosclerosis: clinical trial evidence for improved gene expression in vascular endothelium. **International Journal of Cardiology**, Amsterdam, v. 166, n. 1, p. 246–248, 2013.

ALVES, C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 10, p. 2202-2210, 2010.

ARCHELA, E.; ANTONIA, L. H. D. Determinação de compostos fenólicos em vinho: uma revisão. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 34, n. 2, p. 193-210, 2013.

ASSIS, M. O. **Identificação das leveduras isoladas de uvas cultivadas no vale do submédio São Francisco e sua utilização na fermentação do mosto de uva**. 2012. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2012.

BETTONI, J. C. et al. Qualidade físico-química, extração e exportação de nutrientes da cultivar cabernet sauvignon sobre dois porta-enxertos. **Ignis**, Caçador, v. 2, n. 1, p. 41-53, 2013.

BOLONHEZ, L. G. **A nova promessa**. 2007. Disponível em: <http://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-nova-promessa_7639.html>. Acesso em: 24 set. 2016.

BRESCIANI, L. et al. Bioaccumulation of resveratrol metabolites in myocardial tissue is dose-time dependent and related to cardiac hemodynamics in diabetic rats. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, Milano, v. 24, p. 408-415, 2014.

CAMARGO, U. A. **Tecnologia vitícola**: novas variedades. Disponível em: <www.cnpuv.embrapa.br>. 2003. Acesso em: 22 fev. 2016.

CHEN, Q. et al. Grape seed proanthocyanidins (GSPs) inhibit the growth of cervical cancer by inducing apoptosis mediated by the mitochondrial pathway. **Plos One**, San Francisco, v. 9, n. 9, p. 1-12, 2014.

CHOI, S. et al. Rutin inhibits B[a]PDE-induced cyclooxygenase-2 expression by targeting EGFR kinase activity. **Biochemical Pharmacology**, Oxford, v. 86, p. 1468–1475, 2013.

DECENDIT, A. et al. Malvidin-3-O- β glucoside, major grape anthocyanin, inhibits human macrophage-derived inflammatory mediators and decreases clinical scores in arthritic rats. **Biochemical Pharmacology**, Oxford, v. 86, n.10, p. 1461–1467, 2013.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DIAS, F. D.; DAVID, J. M.; DAVID, J. P. Determination of phenolic acids and quercetin in brazilian red wines from Vale do Sao Francisco region using liquid-liquid ultrasound-assisted extraction and HPLC-DAS-MS. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 1055-1059, 2016.

DUARTE-ALMEIDA, J. M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 446-452, 2006.

EVANS, M.; WILSON, D.; GUTHRIE, N. A randomized, double-blind, placebo controlled, pilot study to evaluate the effect of whole grape extract on antioxidant status and lipid profile. **Journal of Functional Foods**, St John's, v. 7, n. 1, p. 680-691, 2014.

FERNÁNDEZ-IGLESIAS, A. et al. Combination of grape seed proanthocyanidin extract and docosahexaenoic acid-rich oil increases the hepatic detoxification by GST mediated GSH conjugation in a lipidic postprandial state. **Food Chemistry**, Barking, v. 165, n. 15, p. 14–20, 2014.

FERREIRA-LIMA, N. E. et al. Impact of pressing conditions on the phenolic composition, radical scavenging activity and glutathione content of brazilian *Vitis Vinifera* white wines and evolution during bottle ageing. **Food and Bioprocess Technology**, Cham, v. 9, n. 6, p. 944-957, 2016.

GOH, K. P. et al. Effects of resveratrol in patients with type 2 diabetes mellitus on skeletal muscle SIRT1 expression and energy expenditure. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, v. 24, n. 1, p. 2-13, 2014.

GUERRA, C. C. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**, Bento Gonçalves: Embrapa, 2009. (Documento, 48). Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc048.pdf>>. Acesso em: 22 out. 2016.

GUERRA, C. C.; DA SILVA, G. A. **Processo de elaboração**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/uva_para_processamento/arvore/CONT000gasuo51v02wx5ok04xjloy1d1b300.htm>. Acesso em: 27 nov. 2016.

GUERRA, N. J. M. **Análise do processo de decisão de compra do consumidor de vinho**. 2005. 275 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de empresas) - Universidade de Évora, Évora, 2005.

HORT, M. A. et al. Anti-atherogenic effects of a phenol-rich fraction from brazilian red wine (*Vitis labrusca* L.) in hypercholesterolemic low-density lipoprotein receptor Knockout Mice. **Journal of Medicinal Food**, Larchmont, v. 15, n. 10, p. 936-944, 2012.

HUANG, T. et al. Resveratrol inhibits oxygen-glucose deprivation-induced MMP-3 expression and cell apoptosis in primary cortical cells via the NF- κ B pathway. **Molecular Medicine Reports**, London, v. 10, n. 2, p. 1065-1071, 2014.

HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 97-108, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. **Panorama geral**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/Panorama-Geral>>. Acesso em: 28 nov. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO VINHO. Safra 2014 fecha em mais de 600 milhões de quilos de uva. 2014. Disponível em: <<http://www.ibravim.org.br/noticias/161-safra-2014-fecha-em-mais-de-600-milhoes-de-quilos-de-uva>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

KATO, C. G.; TONHI, C. D.; CLEMENTE, E. Antocianinas de uvas (*Vitis Vinifera L.*) produzidas em sistema convencional. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v. 6, n. 2, p. 809-821, 2012.

LIMA, L. L. A. et al. Otimização e validação de método para determinação de ácidos orgânicos em vinhos por cromatografia líquida de alta eficiência. **Química Nova**, São Paulo, v. 33, n. 5, p. 1186-1189, 2010.

LOPES, T. et al. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 291-297, 2007.

MATEUS, N. A química dos sabores do vinho: os polifenóis. **Revista Real Academia Galega de Ciencias**, Santiago de Comostela, v. 18, n. 1, p. 5-22, 2009.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Conteúdo de miricetina, quercetina e kaempferol em chás comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 380-385, 2006.

MAZUÉ, F. et al. Differential protective effects of red wine polyphenol extracts (RWEs) on colon carcinogenesis. **Food & Function**, Cambridge, v. 5, n. 4, p. 663-670, 2014.

MELO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2013.** Bento Gonçalves: Embrapa, 2014. (Comunicado Técnico, 156). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/992334/1/ComunicadoTecnico156.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2016.

MORAES, V.; LOCATELLI, C. Vinho: uma revisão sobre a composição química e benefícios à saúde. **Evidência**, Joaçaba, v. 10, n. 1-2, p. 57-68, 2010.

MOTA, R. V. et al. Caracterização físico-química e aminas bioativas em vinhos da cv. Syrah I – Efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 380-385, 2009.

PINTO NETO, F. S. P. **Reologia de vinhos tintos secos produzidos no Sul do Brasil**. 2013. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/90772>>. Acesso em: 23 out. 2016.

RIBÉREAU-GAYON, P. et al. **Handbook of enology: the chemistry of wine stabilization and treatments**. 2nd ed. Chichester: J. Wiley & Sons, 2006. v. 2.

RIZZON, L. A.; MANFROI, L. **Sistema de produção de vinho tinto: fermentação**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/VinhoTinto/fermentacao.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J. **Sistema de produção de vinho tinto: estabilização do vinho**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/VinhoTinto/estabilizacao.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

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

SAHPAZIDOU, D. et al. Anticarcinogenic activity of polyphenolic extracts from grape stems against breast, colon, renal and thyroid cancer cells. **Toxicology Letters**, Amsterdam, v. 230, n. 1, p. 218–224, 2014.

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SOUSA, S. I. **Vinho branco: o prazer é todo seu**. São Paulo: Marco Zero, 2005. 168 p. (Guia para iniciantes e iniciados).

SOUSA, S. I. **Vinho branco: o prazer é todo seu**. São Paulo: Marco Zero, 2006. 175 p. (Guia para iniciantes e iniciados).

SUCUPIRA, N. R. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TERCI, D. B. L.; ROSSI, A. V. Indicadores naturais de pH: usar papel ou solução? **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 4, p. 684-688, 2002.

VOLP, A. C. P. et al. Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 141-149, 2008.

SEGUNDA PARTE – ARTIGOS

**ARTIGO 1 - CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE VINHOS
FINOS PRODUZIDOS NO SUL DE MINAS GERAIS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE VINHOS FINOS
PRODUZIDOS NO SUL DE MINAS GERAIS**

1 Ana Carolina Vilas Boas*, Paôla de Castro Henrique, Rita de Cássia Mirela
2 Resende Nassur², Luiz Carlos de Oliveira Lima

3 ¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos,
4 Caixa Postal 3037, Cep: 37200-000, Lavras/MG;

5 ²Embrapa Semiárido, Br. 428, km 152 – Zona Rural Caixa Postal 23, Cep:
6 56302-970, Petrolina/PE *e-mail: ybanacarolina@yahoo.com.br

7

8 **RESUMO:** Uvas e produtos derivados do seu processamento são importantes
9 fontes de compostos fenólicos, vitaminas e minerais, contribuindo para a
10 manutenção de uma boa saúde. O objetivo, neste trabalho, foi realizar a
11 caracterização físico-química de diferentes vinhos finos produzidos no sul de
12 Minas Gerais, além de avaliar a conformidade desses vinhos com relação aos
13 padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Os vinhos foram elaborados em
14 diferentes vinícolas do sul de Minas Gerais e, após o término do engarrafamento,
15 foram enviados ao Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças
16 da Universidade Federal de Lavras. Amostras de vinhos tintos das variedades
17 ‘Syrah’, ‘Merlot’, ‘Cabernet Sauvignon’ e ‘Cabernet Franc’, vinhos brancos
18 provenientes das uvas ‘Chardonnay’ e ‘Sauvignon Blanc’ e vinhos rose da
19 variedade Syrah foram analisadas. Os vinhos eram provenientes das cidades de
20 Cordislândia, MG, Boa Esperança, MG e Três Corações, MG. As seguintes

21 análises foram realizadas: pH, acidez total, acidez volátil, grau alcoólico, açúcar
22 residual, SO₂ total, sólidos solúveis e coloração (croma e °Hue). Vinhos finos
23 produzidos no sul de Minas Gerais apresentaram características físico-químicas
24 interessantes, porém, alguns vinhos tintos ainda apresentaram teor alcoólico
25 acima do permitido pela legislação. Entretanto, os vinhos brancos e rosado se
26 situaram dentro dos limites estabelecidos pela legislação com relação a grau
27 alcoólico, acidez total, acidez volátil e SO₂.

28 **INTRODUÇÃO**

29 A produção de uvas e vinhos finos no Brasil apresenta um perfil
30 interessante, nos últimos anos. No ano de 2013, a safra foi de 611,9 milhões de
31 kg, sendo 74,3 milhões de kg de variedades viníferas. Já na safra 2014, o Rio
32 Grande do Sul, estado de onde se originam 90% da produção total do país,
33 produziu 604 milhões de kg de uva e deste total, 66 milhões de kg de uvas
34 viníferas, utilizadas para elaborar vinhos finos (Ibravin, 2014). Além das
35 tradicionais regiões produtoras, como a região sul e o submédio do Vale do São
36 Francisco, outras regiões apresentam potencial para a produção de vinhos finos
37 no Brasil, entre elas, o estado de Minas Gerais.

38 Vários estudos têm sido realizados envolvendo vinhos produzidos no
39 Brasil, especialmente nos estados de Santa Catarina (Burin et al., 2014; Caliar
40 et al., 2014) e São Paulo (Biasoto et al., 2014; Barcia et al., 2014). No entanto,

41 não estão disponíveis estudos que descrevam a qualidade de vinhos finos
42 produzidos no sul de Minas Gerais, visto que esta é uma região onde a
43 viticultura encontra-se em expansão e os vinhos são produzidos segundo a
44 técnica chamada de ciclo invertido, que permite que a colheita das uvas aconteça
45 no inverno, longe do período chuvoso.

46 A região de Minas Gerais não é tradicionalmente conhecida como
47 produtora de uvas e vinhos e apresenta características climáticas diferentes das
48 maiores regiões produtoras do Brasil. Dessa forma, a avaliação dos aspectos
49 físico-químicos dos vinhos finos produzidos no sul de Minas Gerais é de
50 extrema importância, por fornece aos produtores e consumidores informações
51 sobre a qualidade do produto elaborado na região. Dessa forma, o trabalho foi
52 realizado com o objetivo de realizar a caracterização físico-química de diferentes
53 vinhos finos produzidos no sul de Minas Gerais, além de avaliar a conformidade
54 deles com relação aos padrões estabelecidos pela legislação brasileira.

55 **MATERIAL E MÉTODOS**

56 Os vinhos foram elaborados em diferentes vinícolas do sul de Minas
57 Gerais e, após o término do engarrafamento, foram enviados ao Laboratório de
58 Fisiologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças (UFLA), em Lavras, MG. Foram
59 analisadas amostras de vinhos tintos comerciais das variedades Syrah, Merlot,
60 Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc; vinhos brancos provenientes das uvas

61 ‘Chardonnay’ e ‘Sauvignon Blanc’ e vinhos rose da variedade Syrah. Os vinhos
62 foram provenientes de uvas cultivadas nas cidades de Cordislândia, MG
63 (localizada a 21°47’33” S, 45°42’03” O; 873 m de altitude), Boa Esperança,
64 MG (localizada a 21° S e 45° O; 950 m de altitude) e Três Corações, MG
65 (localizada a 21,41° S e 45,15° O; 900 m de altitude), configurando os seguintes
66 tratamentos de vinhos tintos: Syrah Tinto da cidade de Boa Esperança – STBE;
67 Syrah Tinto da cidade de Três Corações - STTC, Syrah Tinto da cidade de
68 Cordislândia - STCO, Merlot Tinto da cidade de Cordislândia - MECO,
69 Cabernet Sauvignon da cidade de Cordislândia - CSCO e Cabernet Franc da
70 cidade de Cordislândia- CFCO; brancos: Sauvignon Blanc da cidade de Boa
71 Esperança - SBBE, Sauvignon Blanc da cidade de Cordislândia - SBCO e
72 Chardonnay da cidade de Cordislândia - CHCO; e rose: Syrah Rose da cidade de
73 Boa Esperança - SRBE.

74 A mensuração do pH foi realizada empregando-se um pHmetro Tecnal
75 (Tec 3M) com eletrodo de vidro, conforme recomendações da Association of
76 Official Analytical Chemists (AOAC, 2007). A acidez total também foi
77 determinada por metodologia sugerida pela AOAC (2007), realizando-se
78 titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol L⁻¹, sendo os
79 resultados expressos em (%) de ácido tartárico.

80 A acidez volátil foi realizada por destilação em arraste de vapor em
81 aparelho de Cazenave-Ferre equipado com coluna de refrigeração de 40 cm,

82 segundo metodologia descrita por Brasil (1986). Os resultados foram expressos
83 em meq L⁻¹. Já o dióxido de enxofre total foi determinado por titulação com iodo
84 0,02 N, segundo metodologia de Ribéreau-Gayon et al. (1982), e os resultados
85 foram expressos em g L⁻¹. A determinação do teor de açúcares residuais também
86 seguiu protocolo descrito por Ribéreau-Gayon et al. (1982).

87 A determinação do teor alcóolico foi realizada após destilação do vinho
88 e posterior medida da densidade relativa a 20 °C, sendo os resultados expressos
89 em % v/v.

90 Os sólidos solúveis totais dos sucos foram determinados utilizando-se
91 um refratômetro digital ATAGO PR-100, sendo os resultados expressos em
92 porcentagem, de acordo com técnica da AOAC (2007).

93 Para avaliar a coloração dos vinhos foi empregado o colorímetro
94 Minolta, modelo CR 400, pesquisando-se as coordenadas a* e b*, que foram
95 empregadas no cálculo da cromaticidade (croma) e da tonalidade (°Hue).

96 Foram utilizadas 3 garrafas de vinho de cada tratamento, com 3
97 repetições de cada garrafa. Os resultados obtidos para as variáveis analisadas
98 foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, em seguida, foram
99 comparados pelo teste de Tukey, com uma probabilidade de erro de 5%.

101 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

102 Os valores médios e o desvio padrão das variáveis pH, acidez total,
 103 acidez volátil, SO₂ total, açúcar residual, grau alcoólico, sólidos solúveis e
 104 coloração (croma e Hue) dos vinhos tintos produzidos no Sul de Minas Gerais
 105 são apresentados na Tabela 1.

106 **Tabela 1:** pH, acidez total, acidez volátil, SO₂ total, açúcar residual, grau
 107 alcoólico, sólidos solúveis e coloração (croma e Hue) de vinhos finos tintos
 108 produzidos no sul de Minas Gerais

Vinhos tintos						
	STBE	STTC	STCO	MECO	CSCO	CFCO
pH	4,05±0,00 ^a	3,90±0,00 ^b	3,71±0,01 ^d	3,59±0,00 ^f	3,68±0,00 ^c	3,73±0,00 ^e
Acidez total (meq L ⁻¹)	86,00±0,00 ^b	78,00±0,00 ^f	83,66±0,57 ^c	94,00±0,00 ^a	81±0,00 ^d	79,00±0,00 ^e
Acidez volátil (meq L ⁻¹)	18,00±0,00 ^a	12,83±0,14 ^b	12,08±0,14 ^c	10,50±0,43 ^d	10,83±0,28 ^d	12,08±0,14 ^c
SO ₂ total (g L ⁻¹)	0,024±0,0 ^f	0,067±0,0 ^d	0,070±0,0 ^c	0,051±0,0 ^e	0,083±0,0 ^a	0,074±0,0 ^b
Açúcar residual (g L ⁻¹)	3,33±0,00 ^{ab}	3,33±0,11 ^{ab}	2,67±0,00 ^c	3,47±0,20 ^a	3,07±0,00 ^b	3,20±0,11 ^{ab}
Grau alcoólico (%)	14,20±0,15 ^b	13,85±0,04 ^c	13,00±0,04 ^e	15,35±0,01 ^a	13,39±0,28 ^d	13,81±0,09 ^c
Sólidos solúveis (%)	8,90±0,00 ^a	8,23±0,05 ^b	7,70±0,00 ^d	8,86±0,05 ^a	8,10±0,00 ^c	8,10±0,00 ^c
Croma	10,65±0,16 ^{bc}	10,44±0,10 ^c	11,14±0,07 ^a	11,26±0,17 ^a	10,69±0,02 ^{bc}	10,78±0,07 ^b
°Hue	323,82±0,58 ^{cd}	323,02±0,21 ^d	325,79±0,43 ^{ab}	326,49±0,70 ^a	324,00±0,21 ^{cd}	324,95±0,35 ^{bc}

109 STBE: Syrah (Boa Esperança); STTC: Syrah (Três Corações); STCO: Syrah (Cordislândia); MECO: Merlot
 110 (Cordislândia); CSCO: Cabernet Sauvignon (Cordislândia); CFCO: Cabernet Franc (Cordislândia)
 111

112 Com relação ao pH, maiores valores foram encontrados para os vinhos
 113 STBE (4,05) e menores valores foram encontrados nos vinhos MECO (3,59), que
 114 apresentaram maior acidez total (94 meq L⁻¹). Todos os vinhos tintos ficaram

115 dentro dos valores estabelecidos pela legislação brasileira para acidez total, que é
116 de 55 a 130 meq L⁻¹ (Brasil, 1988). Segundo Hipolito-Reis (2008), a acidez dos
117 vinhos deve-se, principalmente, aos ácidos orgânicos, sendo alguns provenientes
118 das uvas (tartárico, málico e cítrico) e outros aparecem pelas fermentações
119 (succínico, láctico e acético).

120 Os vinhos STBE foram os que apresentaram maior acidez volátil (18 meq
121 L⁻¹). Assim, todos os teores de acidez volátil obtidos no presente trabalho estão
122 abaixo do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira, que é de 20 meq
123 L⁻¹ (Brasil, 1988).

124 Vinhos tintos CSCO apresentaram maior SO₂ total (0,083 g L⁻¹). Todas as
125 concentrações de dióxido de enxofre total das amostras estão abaixo do limite
126 máximo de 350 mg L⁻¹ estabelecido pela legislação (Brasil, 1988). A atividade
127 antioxidásica do SO₂ bloqueia a ação de enzimas oxidantes, principalmente no
128 início do processo de elaboração, evitando reações de oxidação e o consequente
129 escurecimento do vinho. Além disso, o SO₂ protege polifenóis e ésteres de
130 processos de oxidação, preservando a qualidade geral e a longevidade dos vinhos,
131 auxiliando, ainda, na inibição de bactérias, atuando de forma preponderante sobre
132 o perfil sensorial final dos vinhos (Stefenon, 2008).

133 Os vinhos MECO apresentaram também maior teor de açúcar residual
134 (3,47 g L⁻¹). O açúcar residual é a sobra dos açúcares do mosto que não foram

135 convertidos em álcool pelas leveduras durante a fermentação (Puckette;
136 Hammack, 2016) e a doçura do vinho é devido ao teor desses açúcares residuais
137 nele presentes. Quanto ao teor de sólidos solúveis, que também é correlacionado à
138 doçura dos vinhos, maiores valores foram observados nos vinhos STBE (8,9%) e
139 MECO (8,86%) e menores valores foram encontrados nos vinhos STCO (7,70%).

140 O vinho MECO também mostrou um maior teor de grau alcoólico
141 (15,35%). Sabe-se que o álcool no vinho é resultante da conversão dos açúcares
142 contidos no mosto pelas leveduras e tem papel importante no aroma e na
143 viscosidade dos vinhos. Segundo Uliana et al. (2015), as variações no grau
144 alcoólico dos diferentes vinhos, inclusive entre vinhos da mesma variedade,
145 podem ser explicadas pelos diferentes métodos de processamento, assim como
146 pelas diferenças de locais e métodos de cultivos. Os vinhos STBE e MECO
147 apresentaram valores de grau alcoólico acima do estabelecido pela legislação
148 brasileira, que é de 8,6% a 14% (Brasil, 1988).

149 Os compostos responsáveis pela coloração dos vinhos tintos são as
150 antocianinas. Quanto às transformações que ocorrem na cor dos vinhos, além das
151 relacionadas com a perda por oxidação das antocianinas, há também importantes
152 formações de novos pigmentos mais estáveis e de colorações diferentes. Um grupo
153 de compostos muito reativos denominados flavonoides, conhecidos de forma geral
154 como taninos, se une com as antocianinas. A união antociano-tanino pode ser do
155 tipo direto, dando origem a compostos vermelhos ou mediada por etanal ou

156 acetaldeído, gerando compostos que são vermelho-azulados (Da Silva, 2016). A
 157 cromaticidade dos sucos mensura a intensidade de cor das amostras de vinhos.
 158 Sendo assim, os vinhos MECO (11,26) e STCO (11,14) foram os que
 159 apresentaram maiores valores, indicando uma coloração mais intensa, mais
 160 avermelhada, âmbar, sendo que os demais apresentaram coloração mais violácea.
 161 O ângulo Hue está diretamente relacionado à tonalidade apresentada pelo vinho.
 162 Com esta análise, foi possível verificar menores valores das amostras STTC
 163 (323,02), indicando uma coloração com nuances mais arroxeadas, violáceas.

164 Na Tabela 2 apresenta os valores médios e o desvio padrão das variáveis pH,
 165 acidez total, acidez volátil, SO₂ total, açúcar residual, grau alcoólico, sólidos solúveis e
 166 coloração (croma e Hue) de vinhos finos tintos produzidos no sul de Minas Gerais.

167
 168 **Tabela 2:** pH, acidez total, acidez volátil, SO₂ total, açúcar residual, grau
 169 alcoólico, sólidos solúveis e coloração (croma e Hue) de vinhos finos brancos
 170 produzidos no sul de Minas Gerais

	Vinhos brancos		
	SBBE	SBCO	CHCO
pH	3,77±0,00 ^a	3,36±0,00 ^c	3,51±0,00 ^b
Acidez total (meq L ⁻¹)	83±0,00 ^c	102±0,00 ^a	92,66±1,15 ^b
Acidez volátil (meq L ⁻¹)	16,75±0,25 ^a	12,16±0,14 ^c	12,66±0,14 ^b
SO ₂ total (g L ⁻¹)	0,149±0,00 ^a	0,114±0,00 ^b	0,109±0,00 ^c
Açúcar residual (g L ⁻¹)	2,33±0,11 ^b	2,80±0,00 ^a	2,27±0,00 ^b
Grau alcoólico (%)	13,65±0,02 ^b	13,72±0,02 ^a	13,27±0,07 ^c
Sólidos solúveis (%)	7,30±0,00 ^a	7,20±0,00 ^b	7,00±0,00 ^c
Croma	4,48±0,04 ^a	3,39±0,21 ^a	4,46±0,89 ^a
Hue	90,36±0,76 ^a	89,58±6,52 ^a	83,73±4,11 ^a

171 SBBE: Sauvignon Blanc (Boa Esperança); SBCO: Sauvignon Blanc (Cordislândia); CHCO: Chardonnay
 172 (Cordislândia)

173 O conhecimento do pH dos vinhos é de extrema importância, pois a
174 partir dele pode-se avaliar a sua resistência com relação à infecção bacteriana.
175 Entre os vinhos brancos, valores de pH ficaram entre 3,36 e 3,77, tendo os
176 maiores sido encontrados em amostras de SBBE. Tais amostras também
177 apresentaram maior SO₂ total (0,149 g L⁻¹). Silva et al (2015), trabalhando com
178 vinhos brancos 'IAC 116-31 Rainha', 'IAC 21-14 Madalena' e 'BRS Lorena',
179 encontraram valores de pH que variaram entre 2,87 e 3,48, e teores de SO₂ que
180 variaram de 0,06748 a 0,06816 g L⁻¹, menores que os encontrados no presente
181 estudo. Amostras de vinhos SBBE também mostraram maior teor de sólidos
182 solúveis (7,30%), indicando vinhos mais doces.

183 Valores de acidez total variaram de 83 a 102 meq L⁻¹, sendo os maiores
184 valores encontrados nos vinhos SBCO. Chavarria et al. (2008), estudando vinhos
185 da cultivar Moscato Giallo, observaram valores de acidez total que variaram de
186 54,7 a 76 meq L⁻¹. Vinhos SBCO também mostraram maior açúcar residual
187 (2,80 g L⁻¹) e maior grau alcoólico (13,72%). Silva et al (2015) encontraram
188 grau alcóolico máximo de 11,82% em vinhos brancos de uvas cultivadas em
189 Jundiaí, SP, teores menores que os encontrados neste trabalho. Já Castilhos e
190 Bianchi (2011), trabalhando com três tipos de vinhos brancos da região noroeste
191 do estado São Paulo, encontraram teores alcóolicos que variaram de 9,75% a
192 10,70%, também inferiores aos encontrados neste trabalho. Entretanto, todos os

193 vinhos brancos deste estudo ficaram dentro do limite estabelecido pela
194 legislação com relação ao grau alcoólico.

195 Vinhos SBBE mostraram maior acidez volátil ($16,75 \text{ meq L}^{-1}$), tendo
196 todas as amostras de vinhos brancos ficado abaixo do máximo permitido pela
197 legislação. O baixo teor de acidez volátil indica boa sanidade do produto
198 (Aquarone et al. 2001) e seu principal componente é o ácido acético. No que diz
199 respeito à coloração, não houve diferenças significativas entre as amostras.

200 Os valores médios das variáveis pH, acidez total, acidez volátil, SO_2
201 total, açúcar residual, grau alcoólico, sólidos solúveis e coloração (croma e Hue)
202 do vinho rosado são apresentados na Tabela 3.

203 **Tabela 3:** pH, acidez total, acidez volátil, SO_2 total, açúcar residual, grau
204 alcoólico, sólidos solúveis e coloração (croma e Hue) do vinho fino rosado
205 produzido no sul de Minas Gerais

Vinho rosado	
	SRBE
pH	$4,10 \pm 0,00$
Acidez total (meq L^{-1})	$63 \pm 0,00$
Acidez volátil (meq L^{-1})	$14,08 \pm 0,14$
SO_2 total (g L^{-1})	$0,094 \pm 0,00$
Açúcar residual (g L^{-1})	$2,13 \pm 00$
Grau alcoólico (%)	$13,21 \pm 0,04$
Sólidos solúveis (%)	$7,00 \pm 0,00$
Croma	$16,94 \pm 0,49$
Hue	$353,15 \pm 1,39$

206 SRBE: Syrah rose (Boa Esperança)

207 Os vinhos rosados podem ser produzidos por meio da mistura de vinho
208 branco e vinho tinto, ou de uma leve maceração de uvas tintas no mosto. Vinhos
209 SRBE apresentaram valores médios de grau alcoólico de 13,21% e ficaram
210 dentro do limite estabelecido pela legislação, não só em relação ao grau
211 alcoólico, mas também em relação a SO₂ total, acidez total e acidez volátil.

212

213 CONCLUSÃO

214 Vinhos finos produzidos no sul de Minas Gerais apresentaram
215 características físico-químicas adequadas, do ponto de vista da legislação,
216 porém, alguns vinhos tintos ainda apresentaram teor alcoólico acima do
217 permitido, sendo necessária uma atenção especial para esse aspecto. Vinhos
218 MECO apresentaram menor pH, maior acidez total e maior grau alcoólico entre
219 os tintos. Vinhos brancos e rosado se encontraram dentro dos limites
220 estabelecidos pela legislação com relação a grau alcoólico, acidez total, acidez
221 volátil e SO₂.

222

223 **REFERÊNCIAS**

224 Aquarone, E.; Borzani, W.; Schmidell, W. & Lima, U.A (2001). **Biotechnologia**
225 **industrial**, v. 4, 523 p.

226

227 Association of Official Analytical Chemists (2007). **Official methods of the**
228 **Association of the Agricultural Chemists**. 18. Ed. Washington: Association of
229 Official Analytical Chemists.

230

231 Barcia, M.T.; Pertuzatti. P.B.; Rodrigues, D. & Godoy, H.T. (2014). Occurrence
232 of low molecular weight phenolics in *Vitis vinifera* red grape cultivars and their
233 winemaking by-products from São Paulo (Brazil), **Food Research**
234 **International**, 62(1): 500–513.

235

236 Biasoto, A.C.T.; Netto, F.M.; Marques, E. & Silva, M.A.A.P. (2014)
237 Acceptability and preference drivers of red wines produced from *Vitis labrusca*
238 and hybrid grapes, **Food Research International**, v. 62 (1): 456–466.

239

240 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (1988). Portaria nº
241 229, de 25 de outubro de 1988. [Aprova as normas referentes à complementação
242 dos padrões de identidade e qualidade do vinho; Revoga a Portaria 84, de 25 de
243 abril de 1988, publicada no D.O.U. de maio de 1988]. **Diário Oficial [da]**
244 **República Federativa do Brasil**, Brasília, 31 out. 1988. Seção 1, p.20948.

245

246 Brasil. Ministério da Agricultura. (1986). Secretaria Nacional de defesa
247 Agropecuária, Laboratório Nacional de Referência Vegetal, **Metodologia de**
248 **análise de bebidas e vinagres**, 69p.

249

250 Burin, V. M.; Lima, N.F.; Panceri, C.P. & Bordignon-Luiz, M.T. (2014).
251 Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*
252 grapes: Evaluation of different extraction methods, **Microchemical Journal**,
253 114 (1): 155–163.

254

255 Caliari, V.; Burin, V.M.; Rosier, J.P.; Bordignon-Luiz, M.T. (2014) Aromatic
256 profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative
257 grape varieties, **Food Research International**, 62 (1): 965–973.

258

- 259 Castilhos, M.B.M & Del Bianchi, V.L. (2011). Caracterização físico química e
260 sensorial de vinhos brancos da região noroeste de São Paulo, **Holos**, 4(1): 148-158.
261
- 262 Chavarria, G.; Santos, H.P.; Zanus, M.C.; Zorzan, C. & Marodin, G.A.B. (2008).
263 Caracterização físico-química do mosto e do vinho Moscato Giallo em videiras
264 cultivadas sob cobertura de plástico, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43 (7):
265 911-916.
266
- 267 Da Silva, H.C.S. (2016). A formação da cor nos tintos: a tonalidade de um vinho
268 tem um papel significativo na percepção de sua qualidade, **Revista Adega**.
269 Disponível em: < [http://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-formacao-da-cor-nos-
270 vinhos-tintos_8491.html](http://revistaadega.uol.com.br/artigo/a-formacao-da-cor-nos-
270 vinhos-tintos_8491.html)>.
271
- 272 Hipolito-Reis, C. (2008), **Vinho, gastronomia e saúde**, 460 p.
273
- 274 Instituto Brasileiro do Vinho (2014). **Safra 2014 fecha em mais de 600 milhões**
275 **de quilos de uva**. Disponível em: [http://www.ibravin.org.br/noticias/161-safra-
276 2014-fecha-em-mais-de-600-milhoes-de-quilos-de-uva](http://www.ibravin.org.br/noticias/161-safra-
276 2014-fecha-em-mais-de-600-milhoes-de-quilos-de-uva). Acesso em 26/10/2016.
277
- 278 Puckette, M. & Hammack (2016). **O guia essencial do vinho: Wine Folly**,
279 240p.

- 280 Ribéreau-Gayon, J.; Peynaud, E.; Sudraud, P. & Ribéreau-Gayon, P. (1982).
281 **Traité d'oenologie – Science et techniques du vin.** Tome I – Analyse et
282 controle dès vins. 2 ed. Dunod, n.1, 672 p.
283
- 284 Silva, M.J.R.; Tecchio, M.A.; Moura, M.F.; Brunelli, L.T.; Imaizumi, V.M. &
285 Filho, W.G.V. (2015). Composição físico-química do mosto e do vinho branco
286 de cultivares de videiras em resposta a porta-enxertos **Pesquisa Agropecuária**
287 **Brasileira**, 50 (11): 1105-1113.
288
- 289 Stefenon, C.A. (2008). **O papel do Dióxido de Enxofre (SO₂) nos vinhos**, Revista
290 Adega, 31 (5). Disponível em: <[http://revistaadega.uol.com.br/artigo/o-papel-do-](http://revistaadega.uol.com.br/artigo/o-papel-do-dioxido-de-enxofre-so2-nos-vinhos_8165.html)
291 [dioxido-de-enxofre-so2-nos-vinhos_8165.html](http://revistaadega.uol.com.br/artigo/o-papel-do-dioxido-de-enxofre-so2-nos-vinhos_8165.html)>. Acesso em 26/11/2016.
292
- 293 Uliana, M. R.; Filho, W.G.V.; Oliveira, J.M. & Teixeira, J.A. (2015). Vinhos de
294 mesa varietais de uvas americanas: análises químicas e energética, **Energ.**
295 **Agric.**, 30 (1): 98-103.

**ARTIGO 2 - BIOACTIVE COMPOUNDS IN WINES PRODUCED IN A
NEW AREA FOR VITIVINICULTURE IN BRAZIL**

**BIOACTIVE COMPOUNDS IN WINES PRODUCED IN A NEW AREA
FOR VITIVINICULTURE IN BRAZIL**

296 **Bioactive compounds in wines**

297 **COMPOSTOS BIOATIVOS EM VINHOS PRODUZIDOS EM UMA**
298 **NOVA ÁREA PARA VITIVINICULTURA NO BRASIL**

299 **Compostos bioativos em vinhos**

300 Ana Carolina Vilas Boas^{1*}, Rita de Cássia Mirela Resende Nassur, Paôla de
301 Castro Henrique¹, Giuliano Elias Pereira, Luiz Carlos de Oliveira Lima¹

302 ¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciência dos Alimentos,
303 Caixa Postal 3037, Cep: 37200-000, Lavras/MG;

304 ²Embrapa Semi-Árido, Br. 428, Km 152 – Zona Rural Caixa Postal 23, Cep:
305 56302-970, Petrolina/PE *e-mail: vbanacarolina@yahoo.com.br

306

307 **RESUMO:** Vinhos são conhecidos por seu elevado teor de compostos bioativos,
308 sendo esses compostos influenciados pela região e clima onde as uvas são
309 produzidas. O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antioxidante, o teor de
310 antocianinas e o perfil de compostos fenólicos em vinhos finos produzidos em
311 Minas Gerais. Os vinhos foram produzidos em suas respectivas vinícolas e então
312 foram analisadas amostras de vinhos tintos das variedades Syrah, Merlot, Cabernet
313 Sauvignon e Cabernet Franc, vinhos brancos provenientes das uvas Chardonnay e
314 Sauvignon Blanc e vinhos rose da variedade Syrah. Os vinhos foram provenientes

315 das cidades de Cordislândia/MG, Boa Esperança/MG e Três Corações/MG. As
316 seguintes análises foram realizadas: coloração, teor de fenólicos, antocianinas,
317 perfil de compostos fenólicos e atividade antioxidante. Vinhos produzidos em
318 Minas Gerais mostraram quantidades significativas de t-resveratrol, fenólicos
319 totais, antocianinas, flavonóis, flavanóis e ácidos fenólicos e possuem as
320 características bioativas necessárias para permitir competitibilidade com as
321 tradicionais regiões produtoras de vinhos do Brasil.

322 **Palavras- chave:** *Vitis vinifera*, compostos bioativos, resveratrol, qualidade.

323 **ABSTRACT:** Wines are known for its high content of bioactive compounds,
324 that can being influenced by the region and climate where the grapes are
325 produced. The aim of this study was to evaluate the antioxidant activity, the
326 anthocyanin content and phenolic compounds profile wines produced in Minas
327 Gerais State, Brazil. Wines were produced in different wineries using the
328 varieties Syrah, Merlot, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc (red), Chardonnay
329 and Sauvignon Blanc (white) and Syrah (rose) rose wines from the Syrah
330 variety, from municipalities of Cordislândia, Boa Esperança e Três Corações,
331 located in the south of Minas Gerais State, Brazil. The analyses performed were
332 color, phenolic content, anthocyanins, phenolics profile and antioxidant activity.
333 Wines produced in Minas Gerais State, Brazil, presented interesting contents of
334 t-resveratrol, total phenolics, anthocyanins, flavonols, flavanols and phenolic

335 acids, having the necessary characteristics to compete in the supply of bioactive
336 compounds during consumption, when compared to wines produced in
337 traditional and different regions in Brazil .

338 **Keywords:** *Vitis vinifera*, bioactive compounds, resveratrol, quality

339 INTRODUCTION

340 Grapes and grape-products deserves special attention for its numerous
341 health benefits, such as inhibiting cancer cells growth, as in the colon, breast and
342 thyroid (Sahpazidou et al, 2014; Mazué et al, 2014.), preventing cervical cancer
343 (Chen, Liu and Zheng et al., 2014), presenting anti-inflammatory effects
344 (Decendit et al., 2013), improving cardiovascular oxidation (Hort et al., 2012)
345 and acting in a reduction of low density lipoproteins (LDL) and increasing high
346 density lipoproteins (HDL) (Evans et al., 2014).

347 Minas Gerais State is not a traditionally known producer of grapes and
348 wines, having different soil and climatic conditions when compared to the major
349 producing regions in Brazil, such as the Rio Grande do Sul State and The São
350 Francisco River Valley. Thus, the evaluation of bioactive compounds wines
351 produced in the south of Minas Gerais State is extremely important to provide to
352 growers and consumers the information regarding the quality of the product of
353 the region. It is also important to know the potential of wines produced

354 according to the reverse cycle technique, which allows the harvest of grapes
355 during winter, period without rain incidence, different from the summer period
356 that is used in the south of the country.

357 Phenolic compounds have pronounced antioxidant activity and are
358 widely present in wines. Recent studies with resveratrol (Chen et al, 2014;
359 Bresciani et al, 2014), proanthocyanidins (Fernández Iglesias et al, 2014), rutin
360 (Choi et al, 2013), among others, show the beneficial action of these compounds
361 in the body. Phenolic compounds can be divided into two groups: flavonoids and
362 no flavonoids, both with low molecular weight compounds, being secondary
363 metabolites present in fruits and vegetables (Volp et al., 2008).

364 Among the flavonols, quercetin, kaempferol and myricetin are possibly
365 the best known and studied recently. In the class of flavanols, there are the
366 catechins and epicatechins, present mainly in grape seeds, which are the major
367 phenolic compounds responsible for wines taste and astringency (Abe et al.,
368 2007). Anthocyanins are a group of water-soluble plant pigments widely
369 distributed in the plant kingdom. Its color spectrum ranges from red to blue,
370 presenting as a mixture of both colors resulting in shades of purple and many
371 fruits, vegetables, leaves, and flowers presents attractive color due to the
372 presence of these pigments, which are dispersed in the cell vacuoles (Degaspari;
373 Waszczynskyj, 2004).

374 The characterization of fine wines from Minas Gerais, specially the
375 southern part of the state, is a research field that remains unexplored, with no
376 reports of typicality, phenolic content and functional potential of the products. In
377 this context, there is a need for studies that presents this approach, contributing
378 to the implementation and consolidation of the wine production in this region.
379 The objective of this study was to evaluate the antioxidant activity, phenolic
380 profile and anthocyanins content in different wines produced in the south of
381 Minas Gerais State, Brazil.

382 **MATERIAL AND METHODS**

383 The wines were produced in different wineries in the southern part of
384 Minas Gerais State, Brazil and after bottling, were evaluated at the Federal
385 University of Lavras – UFLA, Brazil. Red wine from grapes of the varieties
386 Syrah, Merlot, Cabernet Sauvignon and Cabernet Franc, white wines from
387 grapes Chardonnay and Sauvignon Blanc and rosé wines from the Syrah variety
388 were evaluated. The wines were produced in vinerias located at the
389 municipalities of Cordislândia, Boa Esperança e Três Corações, MG, being the
390 following treatments: STBE (Syrah Red Wine from Boa Esperança), STTC
391 (Syrah Red Wine from Três Corações) , STCO (Syrah Red Wine from
392 Cordislândia), MECO (Merlot Red Wine from Cordislândia), CSCO (Cabernet
393 Sauvignon red wine from Cordislândia) and CFCO (Cabernet Franc red wine

394 from Cordislândia); Whites: SBBE (Sauvignon Blanc from Boa Esperança),
395 SBCO (Sauvignon Blanc from Cordislândia) and CHCO (Chardonnay from
396 Cordislândia); Rosé: SRBE (Syrah Rose From Boa Esperança).

397 To color of the wines were evaluated using a Minolta colorimeter CR
398 400 model by searching the L* coordinate, measuring the lightness or brightness
399 of the sample, ranging from black (0) to white (100). The phenolic compounds
400 were obtained according to the colorimetric method developed by Singleton and
401 Rossi (1965), using the Folin-Ciocalteu reagent, in solution with a concentration
402 of 10% (v/v). The extraction procedure involved sequential steps of
403 centrifugation and filtration to obtain a better extraction of phenolic compounds
404 as described in Larrauri, Saura-Calixto and Rupérez (1997). The absorbance
405 values obtained in the test at 765 nm were compared with a calibration curve
406 obtained for gallic acid, and results were expressed in mg L⁻¹ of gallic acid
407 equivalents (GAE).

408 The anthocianins analysis was performed according to the differential
409 pH method proposed by Giusti and Wrolstad (2001). Wine samples were
410 homogenized in KCl buffer (0.025 M, pH = 1.0) and CH₃COONa (0.4 M, pH =
411 4.5) and the readings were performed at 520 nm and 700 nm in a
412 spectrophotometer. The pigment concentration in the wine were expressed as
413 equivalents of cyanidin-3-glucoside in mg L⁻¹.

414 The phenolic compounds were determined by HPLC (WATERS, model
415 e2695 Alliance), equipped with a quaternary solvent pump and automatic
416 injector, coupled with DAD and fluorescence detection (FD), according to the
417 methodology described by Nativity et al. (2013). The data collection and
418 analysis were carried in October using the Empower™ 2 software (Milford,
419 USA). In the DAD, the detection of compounds was Performed at 220 nm is
420 gallic acid (LOD = 0:07 mg L⁻¹ R²= 0.998), (□) - gallate epicatechin (LOD =
421 0:07 mg L⁻¹ R²= 0.991) (□) - epigallocatechin (LOD = 0:19 mg L⁻¹ R²= 0.999)
422 and procyanidin B1 (LOD = 0:03 mg L⁻¹ R²= 0.999); 320 nm is t-resveratrol
423 (LOD = 0.01 mg L⁻¹ R²= 0.999), caffeic acid (LOD = 0:08 mg L⁻¹ R²= 0.998),
424 cinnamic acid (LOD = 0:11 mg L⁻¹ R² = 0.999), p-coumaric acid (LOD = 0:05
425 mg L⁻¹ R²= 0.999) and chlorogenic acid (LOD = 0:02 mg L⁻¹ R² = 0.998); 360
426 nm for the flavonols kaempferol (LOD = 0:06 mg L⁻¹ R²= 0.998), myricetin
427 (LOD = 0.01 mg L⁻¹ R²= 0.999), quercetin (LOD = 0.002 mg L⁻¹ R²= 0.999)
428 rutin (LOD = 0:04 mg L⁻¹ R²= 0.999) and isorhamnetin (LOD = 0.01 mg L⁻¹ R²=
429 0.998); and 520nm for the anthocyanins malvidin 3,5-diglucoside (LOD=0:06
430 mg L⁻¹ R²= 0.999) Cyanidin 3,5-diglucoside (LOD = 0:04 mg L⁻¹ R² = 0.998),
431 malvidin-3-glucoside (LOD = 0:03 mg L⁻¹ R²= 0.997) Cyanidin 3-glucoside
432 (LOD = 0:11 mg L⁻¹ R²= 0.998) peonidin-3-glucoside (LOD = 0.01 mg L⁻¹ R²=
433 0.997) delphinidin 3-glucoside (LOD = 0:09 mg L⁻¹ R²= 0.999) and 3-
434 Pelargonidin glucoside (LOD = 0:04 mg L⁻¹ R²= 0.983). In the FD, the photon

435 excitation was carried out at 280 nm and the emission at 320 nm for (+) -
436 catechins (LOD = 0.01 mg L⁻¹ R² = 0.988), procyanidin B2 (LOD = 0.001 mg
437 L⁻¹ R² = 0.983), procyanidin A2 (LOD = 0.003 mg L⁻¹ R² = 0.990) and (-) -
438 epicatechin (LOD = 0.01 mg L⁻¹ R² = 0.983).

439 The column used was a Gemini-NX C18, 150 x 4.60 mm, with 3 µM of
440 internal particles, and the pre-column was a Gemini-NX C18, 4.0 x 3.0 mm,
441 both manufactured by Phenomenex®. The oven temperature was maintained at
442 40°C and the volume of injection was 10 µL (juice previously filtered through
443 0.45 µM membrane; Allcrom- Phenomenex, USA) and the flow rate was 0.5 mL
444 min⁻¹. The mobile phase consisted of 0.85% phosphoric acid solution (solvent A)
445 and acetonitrile (solvent B). The gradient elution was: 0 min: 100% A; 10 min:
446 93% A and 7% B; 20 min: 90% A and 10% B; 30 min: 88% A and 12% B; 40
447 min: 77% A and 23% B; 45 min: 65% A and 35% B and 55 min: 100% B

448 The determination of the antioxidant activity of the samples was
449 performed by sequestration method DPPH (2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl) by
450 antioxidants according to Rufino et al. (2007a). For purposes of comparison with
451 literature results, the percentage of scavenging of free radicals (%SRL) was
452 calculated using the formula suggested by Duarte-Almeida et al. (2006): % SRL
453 = (Ac - Am) x 100 / Ac, where 'Ac' is the control Abs and 'Am' is the sample
454 Abs. In this parameter, high values indicate a higher antioxidant capacity of the
455 studied sample.

456 The evaluation of the antioxidant activity of wines by β -carotene /
457 linoleic acid system followed a protocol recommended by Rufino (2007b). The
458 extract sample was obtained according to the methodology of Larrauri, Rupérez
459 and Saura-Calixto (1997). The results were expressed as the % of protection
460 against oxidation.

461 Data were collected from 10 wines produced in the south of Minas
462 Gerais, State, Brazil (STBE (Syrah Red Wine from Boa Esperança), STTC
463 (Syrah Red Wine from Três Corações), STCO (Syrah Red Wine from
464 Cordislândia), MECO (Merlot Red Wine from Cordislândia), CSCO (Cabernet
465 Sauvignon red wine from Cordislândia) and CFCO (Cabernet Franc red wine
466 from Cordislândia); Whites: SBBE (Sauvignon Blanc from Boa Esperança),
467 SBCO (Sauvignon Blanc from Cordislândia) and CHCO (Chardonnay from
468 Cordislândia); Rosé: SRBE (Syrah Rose From Boa Esperança). The obtained
469 results for the studied variables were submitted to variance analysis (ANOVA)
470 and compared by Tukey's at 5% of probability.

471 **RESULTS AND DISCUSSION**

472 **Total phenolics and flavanols**

473 The mean values and standard deviations for the total phenolic
474 content and flavanols are presented in Table 1.

475

476 **Table 1:** Phenolic compounds and L* values for wines from Minas Gerais
 477 State, Brazil.

	Wine					
	STBE	STTC	STCO	MECO	CSCO	CFCO
<i>Flavanols</i>						
(+)-Catechin	2.93±0.05 ^d	4.26±0.05 ^e	4.23±0.05 ^e	5.93±0.05 ^a	2.83±0.05 ^d	4.76±0.05 ^b
(-)-Epicatechin	3.73±0.05 ^a	3.30±0.00 ^f	2.40±0.00 ^f	3.36±0.05 ^b	1.80±0.00 ^f	2.53±0.05 ^e
(-)-Epicatechin gallate	2.23±0.45 ^a	1.46±0.12 ^{bc}	1.66±0.15 ^{bc}	1.46±0.21 ^{bc}	0.66±0.12 ^d	0.73±0.40 ^{cd}
(-)-Epigallocatechin	11.90±0.17 ^a	5.50±0.53 ^a	5.33±0.29 ^b	5.56±0.55 ^b	5.56±0.15 ^b	5.20±0.10 ^b
Procyanidin A2	1.66±0.05 ^a	0.70±0.00 ^f	1.10±0.00 ^f	1.30±0.00 ^f	1.53±0.05 ^b	1.00±0.00 ^f
Procyanidin B1	4.53±0.05 ^a	3.83±0.12 ^a	4.13±0.05 ^a	2.10±2.25 ^a	2.63±0.12 ^a	4.06±0.12 ^a
Procyanidin B2	8.56±0.05 ^a	2.23±0.05 ^a	6.46±0.05 ^a	3.26±1.79 ^e	4.00±0.00 ^e	8.70±0.00 ^e
Total flavanols quantification	35.54±0.87	21.28±0.87	25.31±0.59	22.97±4.90	19.01±0.49	26.98±0.72
<i>Anthocyanins</i>						
Calistefin	1.93±0.05 ^a	1.30±0.00 ^d	2.10±0.00 ^a	1.03±0.05 ^e	1.66±0.05 ^e	1.56±0.05 ^e
Mirtillin	0.90±0.00 ^d	1.00±0.00 ^f	1.40±0.00 ^b	0.80±0.00 ^f	1.60±0.00 ^f	1.00±0.00 ^f
Kuromanin	ND	0.36±0.05 ^a	ND	0.30±0.00 ^a	0.30±0.00 ^a	ND
Peonidin 3-glucoside	1.20±0.00 ^a	0.40±0.00 ^f	0.60±0.00 ^f	0.40±0.00 ^f	0.40±0.00 ^f	0.60±0.00 ^f
Petunidin	0.43±0.05 ^e	0.40±0.00 ^f	ND	1.00±0.00 ^a	0.60±0.00 ^f	ND
Qenin	19.83±0.05 ^a	6.20±0.10 ^f	10.76±0.05 ^b	4.06±0.05 ^f	9.03±0.05 ^d	9.30±0.00 ^f
Total anthocyanin quantification	24.29±0.15	9.66±0.15	14.86±0.05	7.59±0.10	13.59±0.10	12.46±0.05
<i>Phenolic Acids</i>						
Galic acid	12.23±0.15 ^a	42.30±0.52 ^a	31.13±0.55 ^e	34.63±0.32 ^b	25.20±0.17 ^e	30.46±0.15 ^e
Caffeic acid	8.56±0.05 ^a	2.20±0.00 ^f	6.46±0.05 ^a	3.26±1.78 ^e	4.00±0.00 ^f	8.70±0.00 ^a
Cinnamic acid	0.60±0.00 ^{ab}	ND	0.60±0.00 ^{ab}	0.50±0.00 ^{bc}	0.40±0.05 ^e	0.70±0.00 ^f
Chlorogenic acid	0.70±0.00 ^e	4.66±0.05 ^a	1.63±0.05 ^b	2.50±0.00 ^f	2.86±0.05 ^b	2.76±0.05 ^b
Syringic acid	0.76±0.05 ^{ab}	0.76±0.23 ^{ab}	0.70±0.00 ^{ab}	0.96±0.05 ^a	0.46±0.11 ^b	0.76±0.05 ^{ab}
Total phenolics acids quantification	22.85±0.25	49.92±0.80	40.52±0.65	41.85±2.15	32.92±0.38	43.38±0.25
Total monomeric anthocyanins [†]	123.19±4 ^a	102.07±7 ^a	78.34±1 ^e	57.62±3 ^d	100.24±2 ^b	73.98±8 ^e
Total phenolic [‡]	2717±33 ^a	3009±46 ^a	2376±72 ^e	2856±19 ^{ab}	2753±135 ^b	2387±91 ^e
L* values	11.17±0.00 ^{bc}	11.15±0.03 ^e	11.13±0.00 ^f	11.24±0.03 ^a	11.17±0.01 ^{bc}	11.22±0.01 ^{ab}

478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486

Means followed by the same letters in the same line do not differ according to Tukey's test at 5% probability.
 ND – not detected. STBE: Syrah (Boa Esperança); STTC: Syrah (Três Corações); STCO: Syrah (Cordislândia); MECO: Merlot (Cordislândia); CSCO: Cabernet Sauvignon (Cordislândia); CFCO: Cabernet Franc (Cordislândia)
[†]Total monomeric anthocyanins quantified by the technic of difference of pH and expressed as equivalent to cyanidin 3-glucoside.
[‡]Total phenolics measured with Folin–Ciocateau expressed as mg L⁻¹ equivalent to gallic acid.

487 The concentration of total phenolics presented significant differences between
488 the evaluated samples. The STTC wines showed the highest average values (3009 mg
489 L⁻¹), followed by MECO (2856 mg L⁻¹). The lowest values were observed for STCO
490 wines (2376 mg L⁻¹) and CFCO (2387 mg L⁻¹), which did not differed statistically.
491 Phenolic values found in red wines are in accordance to literature for wine produced in
492 traditional regions of Brazil, such as the regions of the São Francisco Valley and at
493 Rio Grande do Sul State, ranging from 1410.83 to 3718.70 mg L⁻¹ (Oliveira et al
494 2011) and the region of Santa Catarina State, with values ranging from 474.94 to 4060
495 mg L⁻¹ (Brighenti et al 2014; Santin et al 2009). The values found in this study are
496 even greater than the wines from São Paulo State, with values ranging from 965 to
497 1230 mg L⁻¹ (Castilhos and Bianchi, 2012).

498 According to Miele et al. (2014), the presence of these compounds in grapes
499 depends on various factors, such as terroir, the grape variety, the rootstock, the
500 physicochemical characteristics of the soil, climate factors during the growing cycle,
501 especially during grape ripening and cultural practices used in vineyards, and also the
502 sum of these factors that can influence the presence, concentration, diversity and
503 characteristics of the phenolic composition of grapes and wine.

504 Regarding the total flavanol content (Table 1), the MECO wines showed the
505 highest average values of catechin (5.93 mg L⁻¹) and STBE wines showed the
506 highest epicatechin values (3.73 mg L⁻¹), epicatechingallate (2.23 mg L⁻¹),
507 epigallocatechin (11.90 mg L⁻¹) and procyanidin A2 (1.66 mg L⁻¹), and larger mean

508 values of total flavanols (35.54 mg L⁻¹). Wine samples were not different according to
 509 the procyanidin B1 levels. The CFCO and STBE wines presented the higher
 510 procyanidin B2 contents, with no statistical difference, reaching values of 8.70 and
 511 8.56, respectively.

512 Table 2 shows the total phenolic values and flavanols in white wines.

513 **Table 2:** Phenolic compounds and L* values for white wines from Minas Gerais
 514 State, Brazil

	Wine		
	SBBE	SBCO	CHCO
<i>Flavanols</i>			
(+)-Catechin	0.60±0.00 ^b	0.56±0.05 ^b	3.50±0.00 ^a
(-)-Epicatechin	0.60±0.17 ^b	0.73±0.05 ^b	1.20±0.00 ^a
(-)-Epicatechin gallate	ND	ND	1.03±0.05 ^a
(-)-Epigallocatechin	ND	ND	1.33±0.12 ^a
Procyanidin A2	0.50±0.00 ^a	0.46±0.05 ^a	0.50±0.00 ^a
Procyanidin B1	1.00±0.00 ^a	0.60±0.00 ^b	1.00±0.00 ^a
Procyanidin B2	6.10±0.10 ^a	0.50±0.00 ^c	3.06±0.05 ^b
Total flavonols quantification	8.80±0.27	2.85±0.15	11.62±0.22
<i>Flavonols</i>			
Quercetin	0.60±0.00 ^b	0.93±0.05 ^a	0.36±0.05 ^c
Quercetin Piranosideo	0.30±0.00 ^a	ND	ND
<i>Phenolic Acids</i>			
Gallic acid	ND	ND	12.33±0.25 ^a
Caffeic acid	6.10±0.10 ^b	7.10±0.00 ^a	3.06±0.05 ^c
Cinnamic acid	ND	0.40±0.00 ^b	0.53±0.05 ^a
Chlorogenic acid	5.60±0.17 ^b	3.40±0.00 ^c	7.73±0.05 ^a
Syringic acid	ND	ND	ND
Total phenolics acids quantification	11.7±0.27	10.90±0.00	23.65±0.40
Resveratrol	ND	0.40±0.00 ^b	0.50±0.00 ^a
Total phenolic [§]	375.33±6 ^a	334.33±13 ^a	360.66±21 ^a
L* values	37.47±0.58 ^a	35.28±2.13 ^a	37.47±2.40 ^a

515 Means followed by the same letters in the same line do not differ according to Tukey's test at 5% probability.
 516 ND – not detected. SBBE: Sauvignon Blanc (Boa Esperança); SBCO: Sauvignon Blanc (Cordislândia);
 517 CHCO: Chardonnay (Cordislândia)

518 [†]Total monomeric anthocyanins quantified by the technic of difference of pH and expressed as cyanidin 3-
 519 glucoside equivalent.

520 [§]Total phenolics measured with Folin–Ciocateau expressed as mg L⁻¹ gallic acid equivalent.

521 The total phenolic content showed no significant differences between
 522 white wines, ranging from 334.33 mg L⁻¹ (SBCO) to 375.33 mg L⁻¹ (SBBE).
 523 Oliveira et al (2011) studying white wines produced in northeast of Brazil,
 524 observed total phenolic values ranging from 278.73 to 548.42 mg L⁻¹. Castilhos
 525 and Bianchi (2011) observed phenolic contents ranging from 178 to 367 mg L⁻¹.
 526 CHCO wines presented higher catechin (3.50 mg L⁻¹), epicatechin (20.1 mg L⁻¹),
 527 epicatechin gallate (3.1 mg L⁻¹) and epigallocatechin (1.33 mg L⁻¹) contents, and
 528 larger mean values of total quantified flavanols (11.62 mg L⁻¹). Regarding A2
 529 procyanidin contents, no statistical differences were observed between the wines,
 530 and the values ranged from 0.46 to 0.50 mg L⁻¹. Contents of 1.00 mg L⁻¹ of
 531 procyanidin B1 were observed for SBBE and CHCO (1.00 mg L⁻¹) wines. The
 532 higher contents of procyanidin B2 were observed for SBBE samples (6.10 mg L⁻¹).

533 On Table 3, is possible to observe the total phenolic content and flavanols
 534 of the rose wine.

535 **Table 3:** Phenolic compounds and L* values of a rose wine from Minas Gerais
 536 State, Brazil.

Wine	
SRBE	
<i>Flavanols</i>	
(+)-Catechin	2.20±0.00
(-)-Epicatechin	1.43±0.12
(-)-Epicatechin gallate	1.70±0.44
(-)-Epigallocatechin	6.60±0.17
Procyanidin A2	0.77±0.12
Procyanidin B1	1.67±0.58
Procyanidin B2	15.33±0.06

Continuação...

Total flavonols quantification	29.7±1.49
<i>Anthocyanins</i>	
Calistefin	3.10±0.00
Mirtilin	1.20±0.00
Kuromanin	ND
Peonidin 3-glucoside	1.67±0.06
Petunidin	ND
Oenin	25.83±0.05
Total anthocyanin quantification	31.8±0.11
<i>Phenolic Acids</i>	
Gallic acid	12.73±0.12
Caffeic acid	15.33±0.07
Cinnamic acid	0.70±0.00
Chlorogenic acid	7.57±0.21
Syringic acid	ND
Total phenolics acids quantification	36.33±0.40
Total monomeric anthocyanins [†]	38.72±0.98
Total phenolic [§]	632.33±42
L* values	13.66±0.24
% FRS	13.48±0.30
% Protection	28.36±1.37

537 SRBE: Syrah rose (Boa Esperança)

538

539 The total phenolic content observed was 632.33 mg L⁻¹ and among the
 540 flavanols, the compound procyanidin B2 showed higher values (15:33 mg L⁻¹),
 541 followed by epigallocatechin (6.60 mg L⁻¹). The quantified total flavanol content
 542 to SRBE wine was 29.70 mg L⁻¹.

543

544 **Content of anthocyanins and L * values of red wines**

545 The content of monomeric anthocyanins (Table 1) showed differences in
 546 red wine samples. Higher values were found in wines STBE (123.19 mg L⁻¹),

547 followed by STTC (102.07 mg L⁻¹) and CSCO (100.24 mg L⁻¹). Smaller values
548 for monomeric anthocyanins was observed in MECO wine, with values of 57.62
549 mg L⁻¹. Oliveira et al (2011) found monomeric anthocyanin values ranging from
550 9.14 to 156.48 mg L⁻¹ in red wines produced in Brazil.

551 Regarding the anthocyanin content detected by HPLC in red wines, it
552 was observed that the STCO wine showed higher calistefin values (2.10 mg L⁻¹)
553 and the CSCO wine showed higher myrtillin values (1.60 mg L⁻¹). As for
554 curomanin levels, STTC, MECO and CSCO showed the highest values, with no
555 statistical differences, and values of 0.36, 0.30 and 0.30, respectively. It is
556 noteworthy that curomanin levels were not detected in STBE, STCO and CFCO
557 wines. The higher petunidin contents for MECO samples (1.00), and the
558 compound was not detected in STCO and CFCO wines. STBE wines presented
559 higher levels of peonidin (20.1 mg L⁻¹) and oenin (19.83 mg L⁻¹), as well as
560 higher anthocyanin values detected by HPLC (24.29 mg L⁻¹). Regarding the rose
561 wine (Table 3), the oenin was observed in higher amounts (25.83 mg L⁻¹) when
562 compared to other anthocyanins studied, and the total anthocyanins were
563 quantified in the amount of 31.8 mg L⁻¹.

564 The L* values of red wines are also shown in Table 1. Lower values
565 were found to STCO (11.13) and STTC (11.15), indicating darker wines than the
566 other studied, and higher L* values being observed in MECO wines (11.24),
567 indicating a lighter color, that can be correlated with the anthocyanin content

568 and was the lowest found among the studied samples (57.62 mg L⁻¹). It is known
569 that anthocyanins is directly related to grapes and the derived products. White
570 wines (Table 2) showed no differences regarding the L* values, with average
571 values of 35.28 (SBCO) and 37.47 (SBBE and CHCO). The rose wine (Table 3)
572 presented L* of 13.66, values between the observed for this variable for red and
573 white wines.

574 **Phenolic acids**

575 The values obtained for phenolic acid red wines are shown in Table 1
576 and ranged from 23.12 to 42.30 mg L⁻¹ of gallic acid, 2.20 to 8.56 mg L⁻¹ of
577 caffeic acid, 0.40 to 0.70 mg L⁻¹ of cinnamic acid, 0.70 to 4.66 mg L⁻¹ of
578 chlorogenic acid and 0.46 to 0.96 mg L⁻¹ of syringic acid. The total amounts of
579 phenolic acids ranged from 22.85 mg L⁻¹ (STBE) to 49.92 mg L⁻¹ (STTC), and
580 the higher gallic acid content (42.30 mg L⁻¹) and chlorogenic acid (4.66 mg L⁻¹)
581 were found for STTC wines. The CFCO and STBE samples showed the highest
582 caffeic acid values, reaching 8.70 and 8.56 mg L⁻¹, respectively. MECO wine
583 showed the greatest syringic acid content, with values of 0.96 mg L⁻¹ and CFCO
584 wines with the highest cinnamic acid contents (0.70 mg L⁻¹).

585 Regarding the white wines content of bioactive compounds (Table 2),
586 the wine CHCO presented the highest gallic acid (12.33 mg L⁻¹), cinnamic acid
587 (12.53 mg L⁻¹), chlorogenic acid (7.73 mg L⁻¹) contents, and larger values of
588 total phenolic acid (23.65 mg L⁻¹). Higher caffeic acid levels were found in

589 SBCO wines (7.10 mg L^{-1}). Syringic acid contents was detected in white wines.
 590 Among the phenolic acids, rose wine (Table 3), showed higher concentrations of
 591 caffeic acid (15.33 mg L^{-1}), followed by gallic acid (12.73 mg L^{-1}), and the total
 592 phenolic acids content observed was 36.33 mg L^{-1} .

593 Flavonols and t-resveratrol

594 **Figure 1.** Mean values for flavonols and trans-resveratrol in wines produced in
 595 Minas Gerais, Brazil. STBE: Syrah (Boa Esperança); STTC: Syrah (Três
 596 Corações); STCO: Syrah (Cordislândia); MECO: Merlot (Cordislândia); CSCO:
 597 Cabernet Sauvignon (Cordislândia); CFCO: Cabernet Franc (Cordislândia)

598

599

600

601

602

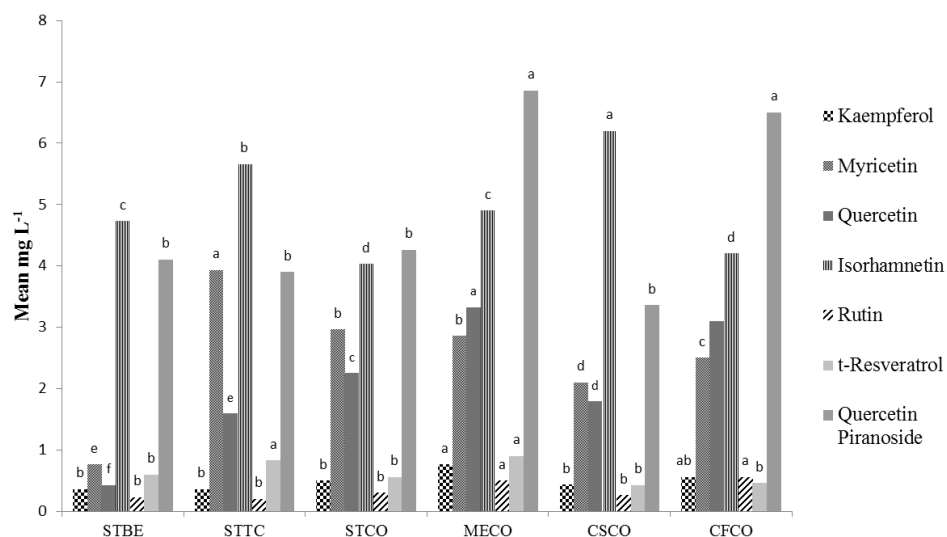
603

604

605

606

607



608 The values obtained for flavonols and t-resveratrol in red wines are
 609 shown in Figure 1, with differences between the analyzed samples. The average

610 values ranged from 0.36 to 0.76 mg L⁻¹ to kaempferol, 0.76 to 3.93 mg L⁻¹ to
611 myricetin, 0.43 to 3.33 mg L⁻¹ to quercetin, 3.4 to 6.2 mg L⁻¹ to isohramnetin,
612 0.23 to 0.56 mg L⁻¹ for rutin and 3.36 to 6.86 mg L⁻¹ for quercetin pyranoside.
613 The isohramnetin piranoside and quercetin were observed in samples, with
614 considerable contents. Kaempferol and quercetin showed higher values in
615 MECO wines, reaching 0.76 mg L⁻¹ and 3.33 mg L⁻¹, respectively. Quercetin
616 piranoside was found in higher levels for MECO (6.86 mg L⁻¹) and CFCO (6:50
617 mg L⁻¹) wines. Myricetin has been found in higher amounts in the STTC sample
618 (3.93 mg L⁻¹). CSCO wines showed higher isohramnetin contents (6.2 mg L⁻¹)
619 and for rutin, higher values were observed in MECO (0.50 mg L⁻¹) and CFCO
620 (0.56 mg L⁻¹) wines.

621 According to the data presented in Table 2 for white wines, is possible to
622 observe higher quercetin values in SBCO wines (0.93 mg L⁻¹) and quercetin
623 piranoside contents were only observed in SBBE wines (0.30 mg L⁻¹). Among
624 the flavonols of the rose wine (Table 4), the highest content were observed for
625 isohramnetin (1.00 mg L⁻¹), followed by quercetin (0.83 mg L⁻¹), and the values
626 of flavonols achieved 3.3 mg L⁻¹.

627

628 **Table 4:** Mean values for flavonols and trans-resveratrol in wine SRBE
 629 produced in Minas Gerais, Brazil.

Wine	
SRBE	
<i>Flavonols</i>	
Kaempferol	0.30±0.00
Myricetin	ND
Quercetin	0.83±0.06
Quercetin Piranosideo	0.73±0.07
Isorhamnetin	1.00±0.00
Rutin	0.17±0.06
Total flavonols quantification	3.03±0.19
t-Resveratrol	0.43±0.06

630 SRBE: Syrah rose (Boa Esperança)

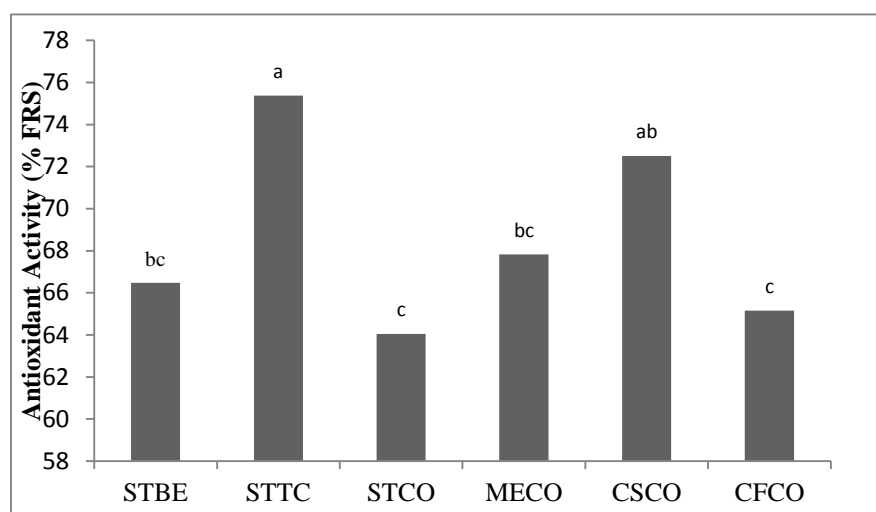
631

632 The higher levels of t-resveratrol were observed in MECO (0.90 mg L⁻¹)
 633 and STTC (0.83 mg L⁻¹) red wines. For the white wines (Table 2), the highest t-
 634 resveratrol values were observed in CHCO (0.50 mg L⁻¹) and the compound was
 635 not identified in SBBE wines. In the rose wine (Table 4), the t-resveratrol
 636 content found was 0.43 mg L⁻¹. Caliari et al. (2014) analyzing classical and
 637 innovative varieties produced in Brazil, found t-resveratrol values ranging from
 638 0.08 to 0.48 mg L⁻¹. Meng et al (2012) analyzing wine produced in China found
 639 values ranging 0.08 to 0.70 mg L⁻¹. Several studies demonstrated the beneficial
 640 effect of resveratrol in health, either by preventing a number of disorders or even
 641 for a treatment of different diseases (Turner et al, 2015; Ido et al, 2015; Liu et al,
 642 2015; Chen et al, 2014.).

643 **Antioxidant activity of red wines**

644 In Figure 2 is possible to observe the antioxidant activity of red wines by
645 the DPPH method.

646 **Figure 2.** Mean values for antioxidant activity of wines produced in Minas
647 Gerais, Brazil. STBE: Syrah (Boa Esperança); STTC: Syrah (Três
648 Corações); STCO: Syrah (Cordislândia); MECO: Merlot (Cordislândia); CSCO:
649 Cabernet Sauvignon (Cordislândia); CFCO: Cabernet Franc (Cordislândia)



650

651 The highest antioxidant activity (% of free radicals scavenging) was
652 observed for STTC wine (75.37%), not different from CSCO (72.50%), values
653 that can be correlated with the largest content of phenolics content observed in
654 the wines as phenolic compounds (3009 mg L⁻¹), as the phenolic compounds,
655 with have strong antioxidant activity. Lower values of SRL% were found in
656 STCO (64.04%) and CFCO (65.15%) wine samples. Regarding the antioxidant

657 activity using the β -carotene/linoleic acid method, no statistical differences were
658 observed for the different evaluated red wines, and the average values in % of
659 protection were STBE (36.99%), STTC (30,03%), STCO (29.35%), MECO
660 (29.63%), CSCO (32.16%) and CFCO (35.99%).

661 Regarding the antioxidant activity of white wines (Table 2), no
662 statistical differences were observed using both methods of evaluation. Using
663 the DPPH method, the FRS% of the samples were SBBE (5.68), SBCO (5.69)
664 and CHCO (6.30). Using the β -carotene/linoleic acid method, the values
665 observed were SBBE (23.75), SBCO (23.06) and CHCO (30.56) of free radical
666 scavenging (FRS). The rose wine presented 13:48% of FRS and 28.36%
667 protection against oxidation.

668 **CONCLUSION**

669 Wines from the South of Minas Gerais State, Brazil, presented higher
670 amounts of t-resveratrol when compared to wines produced in traditional regions
671 of the country. The wines studied presented significant contents of total
672 phenolics, antocianins, flavonol, flavanols and phenolic acids, with the
673 necessary bioactive characteristics to act as functional food for consumers and to
674 allow the competition with traditional wine production regions and the
675 consolidation of wines produced in the south of Minas Gerais State.

676

677

ACKNOWLEDGMENTS

678

679 The authors would like to thank CNPq, FAPEMIG and CAPES for the
680 financial support and Embrapa/ Semiárido for the partnership during the project
681 analysis.

682

REFERENCES

683

684

685 Abe, L.T. (2007) Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de cultivares
686 de uvas *Vitis labrusca L.* e *Vitis vinifera L.* *Ciência e Tecnologia de Alimentos*,
687 27(2), 394-400.

688

689 Bresciani, L., Calani, L., Bocchi, L., Delucchi, F., Savi, M., Ray, S., Brighenti, F.,
690 Stilli D.& Del Rio, D. (2014). Bioaccumulation of resveratrol metabolites in
691 myocardial tissue is dose-time dependent and related to cardiac hemodynamics in
692 diabetic rats, *Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases*, 24(1), 408-415.

693

694 Brighenti, A.F., Silva, A.L., Brighenti, E., Porro, D. & Stefanini, M. (2014).
695 Desempenho vitícola de variedades autóctones italianas em condição de elevada
696 altitude no Sul do Brasil, *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 49(6), 465-474.

697

698 Caliari, V., Burin, V.M., Rosier, J.P. & Luiz, M.T.B. (2014). Aromatic profile
699 of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape
700 varieties *Food Research International*, v. 62(1), 965–973.

701

702 Castilhos, M.B.M & Bianchi, V.L.D. (2011). Caracterização físico-química e
703 sensorial de vinhos brancos da região noroeste de são paulo, *Holos*, 4(1), 148-158.

704

705 Castilhos, M.B.M & Bianchi, V.L.D. (2012). Vinhos tintos do noroeste paulista:
706 relação entre os perfis físico-químico e sensorial, *Holos*, 4(1), 80-89.

707

- 708 Chen, Q., Liu, X. & Zheng, P. (2014). Grape Seed Proanthocyanidins (GSPs)
709 Inhibit the Growth of Cervical Cancer by Inducing Apoptosis Mediated by the
710 Mitochondrial Pathway, *Plos One*, 9(9), 1-12.
711
- 712 Chen, B., Xue, J., Meng, X., Slutzky, J.L., Calvert, A.E. & Chicoine, L.G.
713 (2014). Resveratrol prevents hypoxia-induced arginase II expression and
714 proliferation of human pulmonary artery smooth muscle cells via Akt-dependent
715 signaling, *Am J Physiol Lung Cell Mol Physiol*, 307(1), 317–325.
716
- 717 Choi, S., Lim, T., Hwang, M.K., Kim, Y., Kim, J., Kang, N.J., Jang, T.S., Park,
718 J., Yeom, M.H. & Lee, K.W. (2013). Rutin inhibits B[a]PDE-induced
719 cyclooxygenase-2 expression by targeting EGFR kinase activity, *Biochemical*
720 *Pharmacology*, 86(1), 1468–1475.
721
- 722 Decendit, A., Mamani-Matsuda, M., Aumont, V., Waffo-Teguo, P., Moynet, D.,
723 Boniface, K., Richard, E., Krisa, S., Rambert, J., Merillon, J.M. & Mossalayi,
724 M.D. (2013). Malvidin-3-O- β glucoside, major grape anthocyanin, inhibits
725 human macrophage-derived inflammatory mediators and decreases clinical
726 scores in arthritic rats, [Biochemical Pharmacology](#), 86(10), 1461–1467.
727
- 728 Degáspari, C.H. & Waszczyński, N. (2004). Propriedades antioxidantes de
729 compostos fenólicos, *Visão Acadêmica*, 5(1), 33-40.
730
- 731 Duarte-almeida, J.M. et al. Avaliação da atividade antioxidante utilizando
732 sistema β -caroteno/ácido linoléico e método de seqüestro de radicais DPPH.
733 *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 26(2), 446-452, 2006.
734

735 Evans, M.; Wilson, D.; Guthrie, N. (2014). A randomized, double-blind, placebo
736 controlled, pilot study to evaluate the effect of whole grape extract on antioxidant
737 status and lipid profile. *Journal of Functional Foods*, 7(1), 680-691.

738

739 Fernández-Iglesias, A.; Quesada, H.; Díaz, S.; Pajuelo, D.; Bladé, C.; Arola, L.
740 Salvadó, M. J.; Mulero, M. (2014). Combination of grape seed proanthocyanidin
741 extract and docosahexaenoic acid-rich oil increases the hepatic detoxification by
742 GST mediated GSH conjugation in a lipidic postprandial state, *Food Chemistry*,
743 165(1), 14-20.

744

745 Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). *Characterization and measurement of*
746 *anthocyanins by UV-Visible spectroscopy. In Current protocols in food*
747 *analytical chemistry*. New York, USA: John Wiley and Sons Inc.

748

749 Hort, M.A, Schuldt, E.Z.; Bet, A.C.; DalBó, S.; Siqueira, J.M.; Ianssen, C.;
750 Abatepaulo, F.; Souza, H.P.; Veleirinho, B.; Maraschin, M. & Ribeiro-do-Valle,
751 R.M. (2012) Anti atherogenic effects of a phenol-rich fraction from brazilian red
752 wine (*Vitis labrusca* L.) in hypercholesterolemic low-density lipoprotein
753 receptor Knockout Mice, *Journal of Medicinal Food*, 15(10), 936-944.

754

755 Ido, Y.; Duranton, A; Lan, F.; Weikel, K.A.; Breton, L.; Ruderman, N.B.
756 (2015). Resveratrol Prevents Oxidative Stress-Induced Senescence and
757 Proliferative Dysfunction by Activating the AMPK-FOXO3 Cascade in Cultured
758 Primary Human Keratinocytes, *Plos One*, 10(2), 1-18.

759

760

- 761 Larrauri, J.A.; Rupérez, P. & Saura-Calixto, F. (1997). Effect of drying
762 temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red
763 grape pomace peels. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(4),
764 1390-1393.
765
- 766 Liu, Y.; Ma, W.; Zhang, P.; He, S. & Huang, D. (2015). Effect of resveratrol on
767 blood pressure: A meta-analysis of randomized controlled trials, *Clinical*
768 *Nutrition*, 34(1), 27–34.
769
- 770 Mazué, F.; Delmas, D.; Murillo, G.; Saleiro, D.; Limagne, E. & Latruffe, N. (2014).
771 Differential protective effects of red wine polyphenol extracts (RWEs) on colon
772 carcinogenesis, *Food Funct.*, 5(1), 663-670.
773
- 774 Meng, J.; Xu, T.; Qin, M.; Zhuang, X.; Fang, Y. & Zhang, Z. (2012). Phenolic
775 characterization of young wines made from spine grape (*Vitis davidii* Foex)
776 grown in Chongyi County (China), *Food Research International*, 49(1), 664–671.
777
- 778 Miele, A., Flores, C.A., Alba, J.M.F. & Badalotti, C.B. (2014). Efeito do tipo de
779 solo nos compostos fenólicos e na atividade antioxidante do vinho, *Rev. Bras.*
780 *Vitic. Enol.*, 1(6), 40-47.
781
- 782 Natividade, M. M. P., Correa, L. C., Souza, S. V. C., Pereira, G. E., & Lima, L.
783 C. O. (2013) Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for
784 HPLC: Method validation and characterization of Sao Francisco Valley samples.
785 *Microchemical Journal*, v. 110, 665–674.
786

- 787 Oliveira, L.C., Souza, S.O. & Mamede, M.E.O. (2011). Avaliação das
788 características físico-químicas e colorimétricas de vinhos finos de duas principais
789 regiões vinícolas do Brasil, *Revista Instituto Adolfo Lutz*, 70(2), 158-167.
790
- 791 Rufino, M.S.M.; Alves, R.E.; Brito, E.S.; Moraes, S.M.; Sampaio, C.G.; Perez-
792 Jimenez, J & Saura-Calixto, F.D. *Metodologia científica: determinação da*
793 *atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH.*
794 Fortaleza: Embrapa, 4p. (Comunicado técnico, 127), 2007a
795
- 796 Rufino, M.S.M.; Alves, R.E; Brito, E.S.; Filho, J.M & Moreira, A.V.B.
797 *Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas*
798 *no sistema β caroteno – ácido linoléico.* Fortaleza: Embrapa, 4p. (Comunicado
799 técnico, 126), 2007b.
800
- 801 Sahpazidou, D.; Geromichalos, G.D.; Stagos, D.; Apostolou, A.; Haroutounian,
802 S.A.; Tsatsakis, A.M.; Tzanakakis, G.N., Hayes, A.W. & Kouretas, D. (2014).
803 Anticarcinogenic activity of polyphenolic extracts from grape stems against
804 breast, colon, renal and thyroid cancer cells, *Toxicology Letters*, 230, 218–224.
805
- 806 Santin, N.C.; Bordignon, L.S. & Moraes, G.K.D. (2009). Polifenóis totais e
807 outras características físico-químicas de amostras de vinhos Merlot produzidos
808 na região Meio-Oeste de Santa Catarina, *Evidência*, 9(1-2), 43-49.
809
- 810 Singleton, V. L. & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with
811 phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology*
812 *and Viticulture*, 16, 144–158.

813 Turner, R.S.; Thomas, R.G.; Craft, S.; Dyck, C.H.V.; Mintzer, J.; Reynolds,
814 B.A.; Brewer, J.B.; Rissman, R.A.; Raman, R. & Aisen, P.S. (2015). A
815 randomized, double-blind, placebo-controlled trial of resveratrol for Alzheimer
816 disease, *Neurology*, v. 85(16), 1383-1391.

817 Volp, A. C. P., Renhe, I. R. T., Barra, K. & Stringueta, T. C. (2008).
818 Flavonóides antocianinas: características e propriedades na nutrição e saúde,
819 *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, 23(2), 141-149.