



UFSC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE VINHOS CABERNET SAUVIGNON
PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL**

Nei Carlos Santin

Florianópolis
2006

Nei Carlos Santin

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE VINHOS CABERNET SAUVIGNON
PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL**

**Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, da
Universidade Federal de Santa Catarina, como
requisito final para a obtenção do Grau de
Mestre em Ciência dos Alimentos.**

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Marilde T. Bordignon Luiz

Co-Orientador: Dr. Jean Pierre Rosier

Florianópolis

2006

**CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE VINHOS CABERNET SAUVIGNON
PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL**

Por

Nei Carlos Santin

Dissertação aprovada como requisito final para a obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, pela Comissão formada por:

Presidente:

Prof^ª. Dra. Marilde Terezinha Bordignon Luiz (UFSC)

Membro:

Dr. Jean Pierre Rosier (EPAGRI-VIDEIRA)

Membro:

Prof. Dr. Aparecido Lima da Silva (UFSC)

Membro:

Prof^ª Dra. Roseane Fett (UFSC)

Coordenadora:

Prof^ª. Dra. Marilde Terezinha Bordignon Luiz (UFSC)

Florianópolis, 16 de fevereiro de 2006.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Joendir e Otilia, e minhas irmãs, Mariela e Mara, pelo constante apoio, confiança, dedicação e incentivo em todos os momentos;

À Profª. Marilde Bordignon Luiz, pela orientação e por ter acreditado em meu potencial;

Aos funcionários da Epagri de Videira, especialmente aos pesquisadores Vinícius Caliarí e Jean Pierre Rosier, pela receptividade, confiança, apoio técnico e amizade;

Aos meus colegas de mestrado, pela amizade durante os momentos que passamos juntos neste período;

Aos membros da Comissão Examinadora e demais Professores do Curso de Pós-Graduação;

A todas as pessoas que de alguma forma, direta ou indiretamente, auxiliaram na realização deste trabalho.

SANTIN, N. C. **CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE VINHOS CABERNET SAUVIGNON PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL**. 2006. 44 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis - SC.

RESUMO

Vinhos, especialmente tintos, representam importante fonte de compostos polifenólicos que, além de contribuir para o aspecto sensorial e cor, podem exercer efeitos benéficos ao organismo humano, atuando, principalmente, como antioxidantes e inibidores da agregação plaquetária. Outros compostos, como os ácidos orgânicos, exercem efeitos positivos sobre as características químicas dos vinhos, principalmente por seu efeito sobre a acidez, com conseqüente influência nas características sensoriais dos mesmos. Os objetivos deste trabalho foram determinar as concentrações de compostos polifenólicos e ácidos orgânicos em vinhos produzidos com uvas *Vitis vinifera*, variedade Cabernet Sauvignon, safra 2004, produzidos em diferentes regiões do Brasil. Para a realização das análises, utilizou-se a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), para quantificar malvidina-3-glicosídeo, *trans*-resveratrol, catequina, quercetina, ácidos tartárico, málico e láctico. Polifenóis totais foram determinados por espectrofotometria pelo método de Folin-Ciocalteu e a intensidade de cor através das leituras de absorvância das amostras em espectrofotômetro, em comprimentos de onda de 420 nm, 520 nm e 620 nm. Os resultados demonstraram que houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras de vinhos das diferentes regiões. De maneira geral, vários fatores podem influenciar estas diferenças, devido às características de solo, técnicas de cultivo das uvas, índice pluviométrico, temperatura média anual, altitude e exposição à radiação ultravioleta, além das técnicas de vinificação.

Palavras-chave: Cabernet Sauvignon, polifenóis, ácidos orgânicos, resveratrol, catequina, quercetina.

SANTIN, N. C. **CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE VINHOS CABERNET SAUVIGNON PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL**. 2006. 44 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis - SC.

ABSTRACT

Wines, especially red wines, represent an important source of phenolic compounds that, further on their influence on the sensorial aspect and color, can exert beneficial effects to the human organism, acting mainly as antioxidants and inhibitors of the platelet aggregation. Other compounds, as organic acids, exert positive effect on the chemical characteristics of wines, due their effect on the acidity, with consequent influence in their sensorial characteristics. The aims of this work were the determination of phenolic compounds and organic acids concentrations in wines produced with *Vitis vinifera* grapes, variety Cabernet Sauvignon, harvest 2004, produced in different regions of Brazil. The analysis were performed using the method of high performance liquid chromatography (HPLC), to quantify malvidin-3-glucosideo, *trans*-resveratrol, catequin, quercetin, tartaric acid, malic and lactic. Total phenolic content was determined by spectrophotometry using the method of Folin-Ciocalteau and the intensity of color through the readings of absorbance of the samples in spectrophotometer, at 420 nm, 520 nm and 620 nm. The results showed significant difference ($p < 0,05$) between the regions. In a general manner, some factors can influence these differences, due to the soil characteristics, techniques of culture, pluviometric index, annual average temperature, height and exposition to the ultraviolet radiation, beyond the techniques of vinification.

Key-words: Cabernet Sauvignon, polyphenols, organic acids, resveratrol, catequin, quercetin.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	1
CAPÍTULO 1: Revisão bibliográfica.....	3
1. Principais regiões produtoras de vinhos no Brasil.....	4
2. Principais compostos presentes no vinho.....	5
2.1 Ácidos orgânicos	5
2.2 Resveratrol	8
2.3 Outros compostos polifenólicos	10
Referências bibliográficas.....	14
CAPÍTULO 2: Ácidos orgânicos e <i>trans</i> -resveratrol em vinhos da variedade Cabernet Sauvignon (<i>Vitis vinifera</i> L.), produzidos em diferentes regiões do Brasil.....	17
CAPÍTULO 3: Polifenóis totais, malvidina-3-glicosídeo, catequina, quercetina e intensidade de cor em vinhos Cabernet Sauvignon, produzidos em diferentes regiões do Brasil.....	30
CONCLUSÕES.....	44

INTRODUÇÃO

O vinho contém mais de 500 componentes, provenientes da uva ou dos processos metabólicos que ocorrem durante a fermentação. A maioria encontra-se presente em baixas quantidades, mas alguns atingem concentrações acima de 100 mg/L. Estes incluem a água, álcoois, ácidos orgânicos, açúcares e glicerol. Um grande grupo de componentes dos vinhos são os polifenóis, geralmente divididos em flavonóides e não-flavonóides. Os flavonóides mais comuns nos vinhos são os flavonóis (quercetina, quempferol e miricetina), 3-flavanóis (catequina, epicatequina, taninos) e antocianinas. Flavonóides encontram-se livres ou conjugados a açúcares (glicosídeos), outros flavonóides e não-flavonóides. Os não flavonóides, fenóis com um anel aromático, são derivados do ácido hidroxicinâmico (ácido caféico, ácido p-cumárico) e ácido hidroxibenzóico (ácido gálico). Outra classe de não-flavonóides em produtos provenientes das uvas são os estilbenos e glicosídeos de estilbenos, sendo que o *trans*-resveratrol é o mais conhecido (GOLDE *et al.*, 2004).

Os compostos fenólicos influenciam na cor, adstringência, amargor, nível de oxidação dos vinhos e estão também envolvidos nas mudanças químicas destes, durante o processo de envelhecimento. Além disso, as catequinas e proantocianidinas contribuem para as propriedades relativas à manutenção da saúde que os vinhos tintos oferecem. Compostos fenólicos de baixo peso molecular (ácido benzóico, ácido cinâmico e aldeídos) estão presentes em pequenas quantidades, mas exercem importante papel na qualidade sensorial dos vinhos (SANZA *et al.*, 2004).

Tradicionalmente, a maior produção de vinhos no Brasil é centralizada principalmente no Estado do Rio Grande do Sul. Nos últimos anos, com a expansão das áreas de cultivo de videiras para outras regiões e a preocupação com a qualidade dos produtos, esse cenário tem sofrido modificações. O foco na qualidade tem levado ao aumento no cultivo de videiras para a produção de vinhos finos, destacando-se as cultivares de *Vitis vinifera*, Cabernet Sauvignon. A caracterização química destes vinhos é importante para avaliar as características enológicas dos vinhos produzidos no Brasil, especialmente os de uvas de *Vitis vinifera*, Cabernet Sauvignon. Os

objetivos do presente trabalho foram caracterizar amostras de vinhos tintos finos, de diferentes regiões brasileiras, produzidos com uvas Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L), quanto ao conteúdo de polifenóis totais, antocianinas (malvidina-3-glicosídeo), resveratrol (isômero *trans*), catequina, quercetina e ácidos orgânicos.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Principais regiões produtoras de vinhos no Brasil

Dados históricos revelam que a primeira introdução da videira no Brasil foi feita pelos colonizadores portugueses em 1532, através de Martin Afonso de Souza, na então Capitania de São Vicente, hoje Estado de São Paulo. A partir deste ponto e através de introduções posteriores, a viticultura expandiu-se para outras regiões do país, sempre com cultivares de *Vitis vinifera* procedentes de Portugal e Espanha. A viticultura tropical brasileira foi efetivamente desenvolvida a partir da década de 1960, com o plantio de vinhedos comerciais de uva de mesa na região do vale do Rio São Francisco, no nordeste semi-árido brasileiro. Nos anos 70 surgiu o pólo vitícola do norte do Estado do Paraná e na década de 1980 desenvolveram-se as regiões do noroeste do Estado de São Paulo e do norte de Minas Gerais, todas voltadas à produção de uvas finas para consumo *in natura*. Iniciativas mais recentes, como as verificadas nas regiões Centro-Oeste (Estados do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás) e Nordeste (Bahia e Ceará), permitem que se projete um aumento significativo na atividade vitivinícola nos próximos anos (PROTAS, CAMARGO e MELO, 2005). Dentre as múltiplas variedades de uvas cultivadas no Brasil, as de *Vitis vinifera* são consideradas de alta qualidade, mas muito sensíveis às doenças fúngicas. A *Vitis vinifera* Cabernet Sauvignon é uma variedade de renome internacional para a produção de vinhos tintos de alta qualidade (CAMARGO, 2005).

A viticultura no Brasil situa-se entre o paralelo 30° S, no Estado do Rio Grande do Sul, e o paralelo 9° S, na Região Nordeste do país. No Estado do Rio Grande do Sul, a principal região produtora é a da Serra Gaúcha, cujas coordenadas geográficas e indicadores climáticos médios são latitude 29° S, longitude 51° W, altitude 600-800 metros, precipitação 1.700 mm distribuídos ao longo do ano, temperatura média de 17,2 °C e umidade relativa do ar 76%. A região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul é a maior região vinícola do país (PROTAS, CAMARGO e MELO, 2005). No ano de 2002, foram processadas, no Rio Grande do Sul, 47.684 toneladas de uvas viníferas, sendo quase 60% deste volume de uvas brancas. Embora as brancas ainda representem o maior volume, observa-se uma tendência decrescente. Atualmente, tem havido um aumento de demanda por uvas viníferas tintas em detrimento das brancas (MELLO e PROTAS, 2003).

Em Santa Catarina, a vitivinicultura apresenta expressão econômica principalmente na região do Vale do Rio do Peixe, com latitude 27° S, longitude 51° W, altitude 600-800 metros. Esta região apresenta como indicadores climáticos médios uma precipitação de 1.800 mm/ano, temperatura média de 17,1 °C e umidade relativa do ar de 80%. No Estado de São Paulo, destacam-se dois pólos vitícolas, sendo um na região noroeste (regional agrícola de Jales), e outro na região leste (regionais agrícolas de Campinas, Itapetininga e Sorocaba). A região leste, situada a 23° S, 47° W, entre 700 e 900 metros de altitude, apresenta médias anuais de 1.400 mm de precipitação, temperatura média de 19,5 °C e umidade relativa do ar de 70,6%. É uma região onde a altitude compensa a latitude, condicionando à prática de uma viticultura de clima temperado. No Estado de Minas Gerais também se destacam dois pólos produtores, um ao sul, composto pelos municípios de Caldas, Andradas e Santa Rita de Caldas e outro ao norte, no município de Pirapora. O primeiro, cujas coordenadas geográficas são latitude 21° S e longitude 40° W, possui uma altitude de 1.150 metros e apresenta como características climáticas uma precipitação pluviométrica anual de 1.500 mm, temperatura média anual de 19 °C, umidade relativa do ar de 75%. A região do Vale do São Francisco, situada no trópico semi-árido brasileiro, em latitude 9° S, longitude 40° W e altitude em torno de 350 metros, apresenta indicadores climáticos médios de 500 mm de precipitação, temperatura média de 26 °C e 50% de umidade relativa do ar. A precipitação pluviométrica está concentrada entre dezembro e março. Trata-se da principal região vitícola tropical do Brasil, possui cerca de 8.000 hectares de vinhedos distribuídos nos Estados de Pernambuco e Bahia (PROTAS, CAMARGO e MELO, 2005).

2. Principais compostos presentes no vinho

2.1 Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos não voláteis presentes em vinhos constituem-se, geralmente, por uma mistura de ácido tartárico, málico, cítrico, succínico e láctico (SALES, AMARAL e MATOS, 2001). São provenientes das uvas, principalmente da polpa e casca, e dos processos fermentativos (CABANIS, in: FLANZY, 2000). Os ácidos láctico, acético e succínico podem ser formados durante a fermentação alcoólica, malolática ou acética (ZOTOU, LOUKOU e KARAVA, 2004). Estão relacionados com as características sensoriais e acidez dos vinhos. Os ácidos tartárico, málico e láctico interferem na acidez, contribuindo para a estabilidade, cor e

aceitação gustativa. Na análise sensorial, o sabor ácido de um vinho é um dos quatro sabores elementares. Uma diminuição da acidez se traduz em falta de brilho, de aromas olfativos e o vinho se torna frágil, do ponto de vista microbiológico (CABANIS, in: FLANZY, 2000).

O ácido tartárico é considerado o mais importante não só por suas características químicas, por ser o mais forte entre eles, mas também por suas propriedades organolépticas e resistência à degradação bacteriana (SALES, AMARAL e MATOS, 2001). Quando presente em grande quantidade, pode conferir aspereza e certa adstringência; mas, em concentrações adequadas, é responsável pela fineza ácida dos bons produtos. Sua fonte natural é a uva e a videira é uma das raras plantas que o sintetizam em quantidades elevadas (RIZZON e MIELE, 2001). Forma-se principalmente nos órgãos em crescimento e só pode ser catabolizado em temperaturas superiores a 35 °C (CABANIS, in: FLANZY, 2000). A concentração observada em vinhos encontra-se na faixa de 1,5 a 4,0 g/L (SALES, AMARAL e MATOS, 2001), mas na fase de formação da uva sua concentração no mosto pode chegar a 15,0 g/L, diminuindo para 6,0 g/L a 7,0 g/L no período de maturação, devido, principalmente, a sua dissolução em função do aumento no tamanho da baga (RIZZON e MIELE, 2001). É encontrado na forma livre, mas pode haver precipitação com sais de cálcio ou potássio e/ou ataque por bactéria ácido-lática resultando em valores menores. Altas concentrações podem ser resultado de adição, para correção do produto final (SALES, AMARAL e MATOS, 2001).

O ácido málico é formado pela quebra dos açúcares nos tecidos com clorofila e fornece energia. Ao contrário do ácido tartárico, o málico é pouco estável e é catabolizado durante a maturação (CABANIS, in: FLANZY, 2000). Durante a fermentação malolática, que ocorre após a fermentação alcoólica, é transformado em etanol ou ácido lático (2-hidroxiopropanóico) e anidrido carbônico. Por isso, somente pequenas quantidades deste ácido são encontradas nos vinhos. Pode ser oxidado por algumas espécies de *Acetobacter* e *Gluconobacter* e, portanto, seu nível pode diminuir durante a fermentação acética (ZOTOU, LOUKOU e KARAVA, 2004).

O ácido lático é produzido através da fermentação malolática, que ocorre após a alcoólica, constituindo-se em uma fermentação secundária. Na fermentação malolática, o ácido málico é convertido em ácido lático e dióxido de carbono. Contribui para a complexidade do “flavor” do vinho e confere estabilidade microbiológica. É conduzida por bactérias ácido-láticas do gênero *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Lactobacillus* ou *Pediococcus*, que são capazes de se

multiplicar apesar do alto conteúdo de etanol (maior que 10%), baixo pH (3,2 ou menos) e dióxido de enxofre. *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos*) é a principal espécie de bactéria ácido-lática presente em vinhos e um dos microrganismos melhor adaptados para realizar a fermentação malolática no baixo pH do vinho. É anaeróbia facultativa e tolerante ao etanol. Além do ácido málico, alguns outros ácidos orgânicos e açúcares podem ser utilizados por esta bactéria, podendo levar a mudanças significativas na concentração dos constituintes do vinho e ao surgimento de novos metabólitos, que afetam a qualidade sensorial dos mesmos. *Oenococcus oeni* converte glicose em dióxido de carbono, ácido láctico, ácido acético e etanol. A razão de ácido acético/etanol depende do potencial redox do sistema. Diacetil pode ser formado na presença de altas concentrações de açúcares e afetar negativamente a qualidade do vinho. Entretanto, esse metabolismo também pode levar à formação de componentes aromáticos, como o acetaldeído, diacetil, acetoína, 2,3-butanodiol, lactato de etila e álcoois superiores, influenciando positivamente na qualidade (VILJAKAINEN e LAAKSO, 2000).

Outros ácidos podem estar presentes em vinhos, em menor concentração, como o cítrico, que é formado durante a fermentação alcoólica e pode ser usado como substrato por alguns microrganismos, produzindo ácido acético. Às vezes é adicionado em vinhos para aumentar a acidez. O ácido acético é um componente natural do mosto dos vinhos, presente em pequenas quantidades, mas é formado rapidamente em vinhos expostos ao ar. O succínico é um produto da fermentação e encontra-se em pequenas quantidades nos vinhos, contribuindo para a acidez total. É considerado superior a todos os outros ácidos devido a sua capacidade de produzir ésteres, que melhoram as características sensoriais dos vinhos durante seu envelhecimento. O galacturônico é encontrado na uva e em outros vinhos em pequenas quantidades e contribui para a acidez total (ZOTOU, LOUKOU e KARAVA, 2004).

Durante o processamento e o produto final, o perfil e concentração de ácidos orgânicos, principalmente tartárico, málico e láctico são parâmetros importantes para o mosto e o vinho. Por isso, é de grande utilidade quantificá-los, para controle do processo e da qualidade (KEREM *et al.*, 2004).

2.2 Resveratrol

Resveratrol (3,4',5-triidroxiestilbeno) é um composto fenólico (CELOTTI *et al.*, 1996) produzido por várias famílias de plantas, mas as uvas e produtos relacionados são as fontes dietéticas mais importantes, sendo que sua síntese ocorre principalmente nas cascas dos frutos (RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002). É um metabólito secundário biologicamente ativo (VITRAC *et al.*, 2002), pertence a um conjunto de compostos denominados fitoalexinas, que possuem baixo peso molecular e apresentam atividade microbiana inibitória, sendo produzidas pelas plantas em defesa a alguns estímulos exógenos, como radiação ultravioleta, substâncias químicas e infecções por microrganismos (RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002).

Em uvas, está presente tanto na forma *cis* como *trans* (Figura 1), sendo que a radiação UV favorece a formação do isômero *cis* (RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002). O isômero *trans* ocorre nas cascas da maioria das variedades de uvas. O isômero *cis* não tem sido encontrado em *Vitis vinifera*, mas ambos os isômeros estão presentes em quantidades variáveis em vinhos comerciais (GOLDBERG *et al.*, 1995), devido ao fato que o *cis*-resveratrol é formado pela isomerização do *trans*-resveratrol ou pela quebra do polímero de resveratrol durante a fermentação (ABRIL *et al.*, 2005).

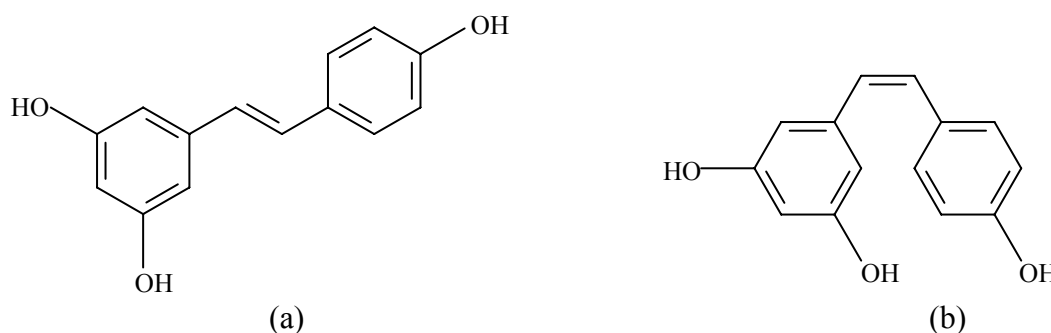


Figura 1. Estrutura molecular do (a) *trans*-resveratrol e (b) *cis*-resveratrol.
Fonte: CELOTTI *et al.*, 1996.

Além da forma *trans* e *cis*, também pode ser encontrado na forma glicosilada (POUR NIKFARDJAM, LÁSZLÓ e DIETRICH, 2005). Os glicosídeos encontram-se nos vinhos em concentrações muito próximas às das formas livres (ABRIL *et al.*, 2005). Os isômeros *cis*, os *trans*-glicosilados e *cis*-glicosilados são fisiologicamente tão importantes quanto os isômeros *trans*. No processo de produção do vinho, além de outros fatores, a clarificação e filtração podem reduzir os níveis de resveratrol. Quanto à síntese, há estudos que indicam que a alta concentração do fungo *Botrytis cinerea* na videira pode levar à diminuição de resveratrol no grão de uva. Isso

porque *B. cinerea* gera uma enzima chamada lacase (estilbeno oxidase), que oxida o resveratrol em outros compostos estilbênicos. O maior metabólito formado durante este processo de degradação é uma molécula de resveratrol deidrodímero, que pode ser responsável pela auto-intoxicação dos fungos (POUR NIKFARDJAM, LÁSZLÓ e DIETRICH, 2005).

As videiras cultivadas em áreas montanhosas, onde a radiação UV é maior, podem sintetizar maiores quantidades de resveratrol (CELOTTI *et al.*, 1996). A irradiação pela luz UVB parece estar associada com o aumento na concentração da enzima responsável pela biossíntese dos flavonóides, sendo que estes protegem o material genético das plantas contra danos provocados pelos raios ultravioleta (KOLOUCHOVÁ-HANZLÍKOVÁ *et al.*, 2004). Em mostos e vinhos, as concentrações de resveratrol na forma livre (*cis* e *trans*) são influenciadas por vários fatores, entre eles o uso de β -glicosidases. Sabe-se que os glicosídios de resveratrol são susceptíveis à hidrólise por β -glicosidases de ocorrência natural nas uvas ou que são adicionadas no mosto. Além disso, pode ocorrer hidrólise durante o envelhecimento do vinho em barris de carvalho, alterando a razão de glicosídios de resveratrol e resveratrol na forma livre (DOURTOGLOU *et al.*, 1999). Certas variedades possuem maiores concentrações de resveratrol que outras e a região de cultivo pode influenciar profundamente as concentrações em vinhos tintos, especialmente naqueles produzidos com a variedade Cabernet Sauvignon (GOLDBERG *et al.*, 1995).

A concentração de resveratrol depende da cultivar, origem geográfica, tipo de vinho, práticas enológicas e grau de injúria à planta por *Botrytis cinerea*, fungo responsável pela podridão das uvas (FRÉMONT, 2000). Em vinhos tintos a concentração é muito maior do que em vinhos brancos. As diferentes concentrações de *trans*-resveratrol também podem ser influenciadas pela capacidade intrínseca de síntese pela cultivar utilizada. Altas concentrações (10 mg/L) encontram-se, principalmente, em vinhos que tiveram contato prolongado entre o mosto e a casca, e menores concentrações (0,3 mg/L) geralmente estão presentes em vinhos brancos. Normalmente, o conteúdo de *trans*-resveratrol nos vinhos varia de 0,03 – 7,00 mg/L, não exercendo influência nas características sensoriais (RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002).

A utilização do resveratrol já ocorre há bastante tempo nas medicinas chinesa e japonesa, para o tratamento de problemas supurativos da pele, gonorréia, pé-de-atleta, hiperlipidemia, arteriosclerose, doenças alérgicas e inflamatórias. Há estudos demonstrando sua atividade

antinflamatória através da supressão de edema, que chegou a ser similar ou maior do que alguns fármacos antiinflamatórios clássicos utilizados na alopatia, como a fenilbutazona e a indometacina, parecendo ser menos tóxico às células sadias (PENNA E HECKTHEUER, 2004). Inibe a atividade das enzimas COX₁ e COX₂ (ciclooxigenase 1 e 2), as quais estão relacionadas com o processo inflamatório (LEONARD *et al.*, 2003). Apresenta, também, propriedades quimiopreventivas e quimioterápicas, sendo, entre os polifenóis, a molécula mais estudada e menos tóxica. Entretanto, estudos clínicos com resveratrol purificado e em formas farmacêuticas apropriadas são necessários para determinar sua importância no tratamento de câncer, especialmente nos relacionados ao tabagismo (SAVOURET e QUESNE, 2002). Apresenta ação antioxidante e exerce efeitos protetores em certas formas de danos oxidativos. É um dos maiores constituintes antioxidantes dos vinhos, sendo um “scavenger” (capturador) de espécies reativas de oxigênio e outros radicais livres. Entretanto, não inibe a produção desses radicais. Pode, também, inibir os danos ao DNA causados por ânions hidroxila (⁻OH) (LEONARD *et al.*, 2003). Devido as suas propriedades antioxidantes, pode prevenir doenças cardiovasculares ligadas ao metabolismo de lipídios, particularmente na produção de HDL, enquanto a atividade antifúngica é de interesse na produção de vinhos (CELOTTI *et al.*, 1996). De acordo com FRÉMONT (2000), o resveratrol apresenta algumas atividades biológicas, entre elas: inibição da peroxidação lipídica, quelação de cobre, ligação a radicais livres, alteração na síntese de eicosanóides, inibição da agregação plaquetária, atividade antiinflamatória, vasorrelaxante, anticancerígena e estrogênica.

2.3 Outros compostos polifenólicos

Os vinhos tintos contêm polifenóis provenientes das cascas de uvas, e estes incluem os flavonóis (quercetina e miricetina), flavanóis (catequina e epicatequina), taninos condensados (polímeros de catequina e epicatequina), fenóis (ácido caféico, ácido cumárico e ácido gálico), estilbenos (resveratrol - *cis* e *trans*), antocianinas monoméricas (delfinidina, cianidina, peonidina, petunidina e malvidina monoglicosídeos) e fenóis poliméricos (dímeros de procianidina, antocianinas poliméricas e taninos). As variações na concentração destes constituintes podem ser responsáveis pelo potencial antioxidante exibido pelos diferentes vinhos tintos (HOWARD *et al.*, 2002). Geralmente, esses componentes presentes nas células das plantas estão na forma glicosilada e, durante o processo de fermentação, são liberados na forma livre. Assim, o vinho se constitui numa importante fonte destes compostos nas formas livres

(TSANOVA-SAVOVA e RIBAROVA, 2002). O conteúdo de polifenóis em uvas e, conseqüentemente em vinhos, depende de vários fatores, entre eles as condições climáticas e atmosféricas, características de solo, cultivar e técnicas de vinificação. São responsáveis pelas principais propriedades dos vinhos, principalmente cor e adstringência e exercem efeitos antioxidantes no organismo humano devido a sua estrutura química ideal para a captura de radicais livres (KIRALP e TOPPARE, 2005). Além da atividade antioxidante e inibidora de radicais livres, os polifenóis dos vinhos tintos possuem muitas propriedades biológicas, incluindo a inibição da agregação plaquetária, atividade vasorrelaxante, modulação do metabolismo lipídico e inibição da oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (DELL'AGLI, BUSCIALA e BOSISIO, 2004), atividades anticarcinogênicas e antimutagênicas, que são positivas sobre uma grande variedade de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, doenças cardiovasculares e envelhecimento (SANZA *et al.*, 2004). Dois terços do total de polifenóis ingeridos na dieta humana são formados pelos flavonóides, sendo que os mais abundantes são as catequinas (Fig. 2a), proantocianidinas e antocianinas. Informações sobre absorção, distribuição, metabolismo e excreção dos flavonóides individuais em humanos são escassas (DELL'AGLI, BUSCIALA e BOSISIO, 2004). A biodisponibilidade dos polifenóis depende de uma série de fatores, entre eles a sua fonte. Modificações químicas como glicosilação, metilação ou glicuronidação determinam a biodisponibilidade dos compostos fenólicos ativos, bem como sua capacidade antioxidante. A quercetina (Fig. 2b), por exemplo, é muito mais solúvel em vinho tinto que em água ou etanol. Esse aumento na solubilidade pode levar à maior absorção. Em seres humanos, alguns polifenóis dos vinhos tintos são absorvidos e ligados às moléculas de LDL, evitando assim sua oxidação (HOWARD *et al.*, 2002).

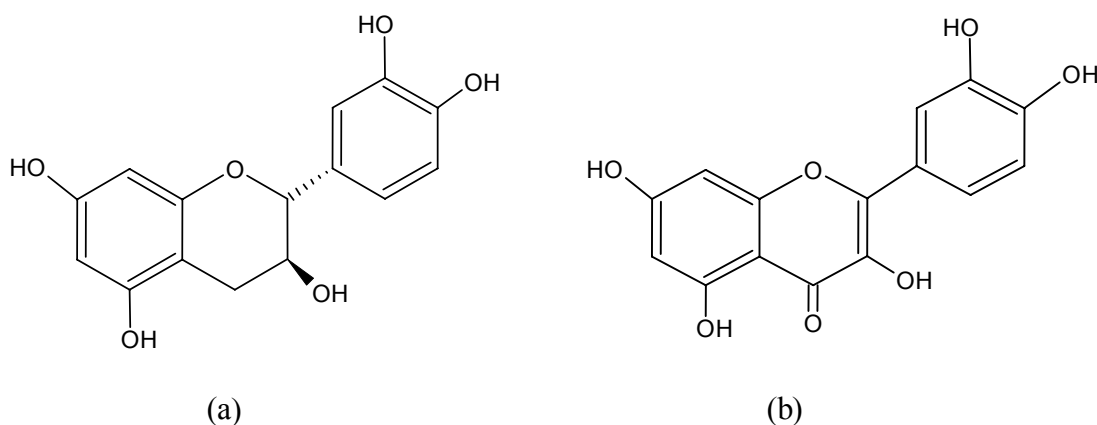


Figura 2. Estrutura da (+)-catequina (a) e quercetina (b).
Fonte: McDONALD *et al.*, 1998.

A ocorrência dos compostos fenólicos nos vinhos não depende somente da sua extração durante a vinificação. Uma vez que as uvas são esmagadas antes do início da fermentação alcoólica, várias reações de condensação que envolvem algumas dessas moléculas, especialmente antocianinas, catequinas e procianidinas tomam lugar, resultando na formação de novos pigmentos poliméricos (REVILLA e RYAN, 2000). Além disso, as variações nos conteúdos de polifenóis nos vinhos também são consequência das condições climáticas (HOWARD *et al.*, 2002).

As antocianinas (Fig. 3) pertencem ao grupo dos flavonóides, que são baseados na estrutura química de esqueleto C₆-C₃-C₆, sendo que este esqueleto de carbonos consiste em dois anéis fenil (A e B), ligados por uma estrutura de 3 carbonos (anel C) (IWASHINA, 2000). São, portanto, formadas por uma estrutura básica de 15 carbonos e uma ou mais moléculas de açúcares ligadas em diferentes posições. A estrutura básica das antocianinas é a fonte de uma infinidade de cores produzidas por sua combinação química com glicosídeos e/ou grupos ácidos e por sua interação com outras moléculas e condições do meio. Em solução, as moléculas de antocianinas estão em equilíbrio entre a forma catiônica colorida e a pseudobase incolor. Este equilíbrio é diretamente influenciado pelo pH. O pH ácido é favorável para a forma colorida, que diminui com o aumento do pH. Algumas antocianinas são vermelhas em soluções ácidas, violeta ou púrpura em soluções neutras e azuis em pH alcalino. A acilação impede a hidrólise da forma catiônica do núcleo flavilium, permitindo a formação preferencial de base quinoidal azul. Antocianinas aciladas têm maior resistência a fatores como calor, luz e SO₂. Em vinhos produzidos com uvas *Vitis vinifera*, foram identificadas antocianinas nas quais as posições C-4 de suas estruturas são substituídas. Como consequência, esses pigmentos apresentam melhor coloração e maior resistência à perda de cor com o dióxido de enxofre. São conhecidas na natureza 17 antocianidinas, com diferenças no número e posição dos grupos hidroxil ou metoxil, mas seis delas são os constituintes mais comuns dos pigmentos. Destas 17 estruturas, diferentes combinações ligadas a no mínimo uma molécula de açúcar ocorrem para obter diferentes compostos antociânicos. Assim, as antocianinas são classificadas de acordo com o número de moléculas de açúcar que as constituem e pela diversidade desses açúcares. A ordem de ocorrência dos açúcares em antocianinas naturais é: glicose, ramnose, xilose, galactose, arabinose e frutose. Os ácidos que se ligam com maior frequência às antocianinas são: cumárico, caféico, ferrúlico, *p*-hidroxibenzóico, sinápico, malônico, acético, succínico, oxálico e málico. As antocianinas também reagem com alcalóides, aminoácidos, ácido benzóico, cumarina, ácido

cinâmico e uma ampla variedade de compostos, numa associação chamada de copigmentação. O papel básico dos copigmentos é proteger o cátion flavilium colorido do ataque nucleofílico da água (DELGADO-VARGAS, JIMÉNEZ e PAREDES-LÓPEZ, 2000).

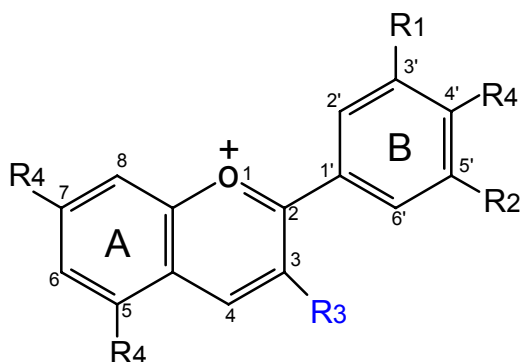


Figura 3. Estrutura básica das antocianinas (cátion flavilium). R₁, R₂: H, OH ou OCH₃; R₃: H ou glicosídeo; R₄: OH ou glicosídeo.

Fonte: STINTZING e CARLE, 2004.

As antocianinas são solúveis em água e, em uvas de cultivares tintas, localizam-se nas cascas. Os níveis de antocianinas em uvas e vinhos são altamente variáveis devido às diferenças nas fontes das frutas (cultivar) e do processamento do vinho. Um conteúdo representativo de antocianina é em torno de 400 mg/L em um vinho tinto com menos de 6 meses de envelhecimento e 90 mg/L quando envelhecido por mais de 2 anos. Os vinhos brancos contêm somente pequenas quantidades (DELL'AGLI, BUSCIALA e BOSISIO, 2004). O cultivo de uvas a baixas altitudes parece desfavorecer a biossíntese de antocianinas monoglicosiladas nas cascas de uvas, se comparado com as que são cultivadas em altitudes maiores. Em algumas variedades, temperaturas acima de 35 °C diminuem fortemente o acúmulo de antocianinas e a falta ou excesso de umidade tende a diminuir seu conteúdo (MATEUS *et al.*, 2001).

Quanto aos efeitos farmacológicos, as antocianinas possuem atividade bactericida, antiviral e fungistática. Exibem forte atividade antioxidante que previne a oxidação do ácido ascórbico, promovem proteção contra radicais livres, podem reduzir os riscos de câncer e doenças cardíacas, além dos efeitos contra a peroxidação lipídica (DELGADO-VARGAS, JIMÉNEZ e PAREDES-LÓPEZ, 2000).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRIL, M; NEGUERUELA, A. I; PÉREZ, C; JUAN, T; ESTOPAÑÁN, G. Preliminary study of resveratrol content in Aragón red and rosé wines. **Food Chemistry**, v.92, p.729-736, 2005.

CABANIS, J. C. **Ácidos orgânicos, substâncias minerais, vitaminas y lípidos**. In: FLANZY, CLAUDE. *Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos*. 1ª edição, A. Madri Vicente e Mundi-Prensa Ediciones, 2000, p.43-52.

CAMARGO, Umberto Almeida. **Porta-enxertos e cultivares de videira**. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/viticultura/portaenx.html>. Acesso em 21/09/2005.

CELOTTI, Emilio; FERRARINI, Roberto; ZIRONI, Roberto; CONTE, Lanfranco S. Resveratrol content of some wines obtained from dried Valpolicella grapes: Recioto and Amarone. **Journal of Chromatography A**, v.730, p.47-52, 1996.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – characteristics, biosynthesis, processing and stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.40, n.3, p.231-250, 2000.

DELL'AGLI, Mario; BUSCIALA, Alessandra; BOSISIO, Enrica. Vascular effects of wine polyphenols. **Cardiovascular research**, v.63, p.593-602, 2004.

DOURTOGLOU, Vassilis G.; MAKRIS, Dimitrios P.; BOIS-DOUNAS, Fabienne; ZONAS, Christophoros. *Trans*-resveratrol concentration in wines produced in Greece. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 12, p.227-233, 1999.

FRÉMONT, Lucie. Biological effects of resveratrol. **Life Sciences**, v.66, n.8, p.663-673, 2000.

GOLDBERG, D. M.; E.Ng; KARUMANCHIRI, J. Y.; DIAMANDIS, E. P.; SOLEAS, G. J. Assay of resveratrol glucosides and isomers in wine by direct-injection high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.708, p.89-98, 1995.

GOLDE, Pierre H. Van; WESTELAKEN, Monique van der; BOUMA, Bonno N.; WIEL, Albert van de. Characteristics of piraltin, a polyphenol concentrate, produced by freeze-drying of red wine. **Life Sciences**, v.74, p.1159-1166, 2004.

HOWARD, Alan; CHOPRA, Mridula; THURNHAM, David I.; STRAIN, John J.; FUHRMAN, Bianca; AVIRAM, Michael. Red wine consumption and inhibition of LDL oxidation: what are the important components? **Medical Hypotheses**, v.59, p.101-104, 2002.

IWASHINA, Tsukasa. The structure and distribution of the flavonoids in plants. **Journal of Plant Research**, v.113, p.287-299, 2000.

KEREM, Zohar; BRAVDO, Bem-ami; SHOSEYOV, Oded, TUGENDHAFT, Yizhar. Rapid liquid chromatography-ultraviolet determination of organic acids and phenolic compounds in red wine and must. **Journal of Chromatography A**, p.1-5, 2004.

KIRALP, Senem; TOPPARE, Levent. Polyphenol content in selected Turkish wines, an alternative method of detection of phenolics. **Process Biochemistry**, 2005, in press.

KOLOUCHOVÁ-HANZLÍKOVÁ, Irena; MELZUCH, Karel; FILIP, Vladimír; SMIDRKAL, Jan. Rapid method for resveratrol determination by HPLC with electrochemical and UV detections in wines. **Food Chemistry**, v.87, p.151-158, 2004

LEONARD, S. Stephen; XIA, Chang; JIANG, Bin-Hua; STINEFELT, Beth; KLANDORF, Hillar; HARRIS, GABRIEL K.; SHI, Xianglin. Resveratrol scavenges reactive oxygen species and effects radical-induced cellular responses. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.309, p.1017–1026, 2003.

MATEUS, N.; PROENÇA, S.; RIBEIRO, P.; MACHADO, J. M.; DE FREITAS, V. Grape and wine polyphenolic composition of red *Vitis vinifera* varieties concerning vineyard altitude. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.3, n.2, p.102-110, 2001.

McDONALD, Morag S.; HUGHES, Mark; BURNS, Jennifer; LEAN, Michael, E. J.; MATTHEWS, David; CROZIER, Alan. Survey of the Free and Conjugated Myricetin and Quercetin Content of Red Wines of Different Geographical Origins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p. 369-375, 1998.

MELLO, Loiva Maria Ribeiro de, PROTAS, José Fernando da Silva. **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado, produção e mercado de uvas viníferas**. Embrapa Uva e Vinho. Sistema de Produção, 4. ISSN 1678-8761, Jul./2003. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viníferas/mercado.html>. Acesso em: 21/09/2005.

PENNA, Neidi Garcia; HECKTHEUER, Luísa Helena Rychecki. Vinho e saúde: uma revisão. **Pharmacia Brasileira**, n.41, p.64-67, 2004.

POUR NIKFARDJAM, M. S; LÁSZLÓ, GY; DIETRICH, H. Resveratrol-derivatives and antioxidative capacity in wines made from *botrytized* grapes. **Food Chemistry**, article in press, p.1-6, 2005.

PROTAS, José Fernando da Silva; CAMARGO, Umberto Almeida; MELO, Loiva Maria Ribeiro de. **A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas**. 2005. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/vitivinicultura.html>. Acesso em: set de 2005.

REVILLA, Eugenio; RYAN, José-Maria. Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography-photodiode array detection without sample preparation. **Journal of Chromatography A**, 881, p.461-469, 2000.

RIZZON, Luiz Antenor; MIELE, Alberto. Concentração de ácido tartárico dos vinhos da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.893-895, 2001.

RODRIGUEZ-DELGADO, M. A.; GONZÁLEZ, G.; PÉREZ-TRUJILLO, J. P.; GARCIA-MONTELONGO, F.J. Trans-resveratrol in wines from the Canary Islands (Spain). Analysis by high performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, v.76, p.371-375, 2002.

SALES, M. G. F.; AMARAL, C. E. L.; MATOS, C. M. D. Determination of tartaric acid in wines by FIA with tubular tartrate-selective electrodes. **Fresenius J Anal Chem**, v.369, p.446-450, 2001.

SANZA, M. Del Alamo; DOMINGUEZ, I. Nevares; CARCEL, L. M.; NAVAS, L. Garcia. Analysis for low molecular weight phenolic compounds in a red wine aged in oak chips. **Analytica Chimica Acta**, v.513, p.229-237, 2004.

SAVOURET, J. F; QUESNE, M. Resveratrol and cancer: a review. **Biomed Pharmacother**, v.56, p.84-87, 2002.

SOUTO, André A.; CARNEIRO, Manuel C.; SEFERIN, Marcus; SENNA, Marcos J. H.; CONZ, Andressa; GOBBI, Kristiane. Determination of *trans*-resveratrol concentrations in Brazilian red wines by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.441-445, 2001.

STINTZING, Florian C.; CARLE, Reinhold. Functional properties of anthocyanins and betalains in plants, food, and in human nutrition. *Food Science and Technology*, v.15, p.19-38, 2004.

TSANOVA-SAVOVA, Silvia; RIBAROVA, Fany. Free and conjugated myricetin, quercetin, and kaempferol in Bulgarian red wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.15, p.639-645, 2002.

VILJAKAINEN, S. K.; LAAKSO, S. V. The use of malolactic *Oenococcus oeni* (ATCC 39401) for deacidification of media containing glucose, malic acid and citric acid. **Eur Food Res Technol**, v.211, p.438-442, 2000.

VITRAC, Xavier; MONTI, Jean-Pierre; VERCAUTEREN, Joseph; DEFFIEUX, Gérard; MÉRILLON, Jean-Michel. Direct liquid chromatographic analysis of resveratrol derivatives and flavanonols in wines with absorbance and fluorescence detection. **Analytica Chimica Acta**, v.458, p.103–110, 2002.

ZOTOU, A; LOUKOU, Z; KARAVA, O. Method development for the determination of seven organic acids in wines by reversed-phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia**, v.60, p.39-44, 2004.

CAPÍTULO 2

ÁCIDOS ORGÂNICOS E *TRANS*-RESVERATROL EM VINHOS DA VARIEDADE CABERNET SAUVIGNON (*VITIS VINIFERA* L.), PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL

ÁCIDOS ORGÂNICOS E *TRANS*-RESVERATROL EM VINHOS DA VARIEDADE
CABERNET SAUVIGNON (*VITIS VINIFERA* L.), PRODUZIDOS EM DIFERENTES
REGIÕES DO BRASIL

RESUMO

Ácidos orgânicos não voláteis estão relacionados com as características sensoriais e acidez dos vinhos. São provenientes das uvas e dos processos fermentativos, constituindo-se, principalmente, por uma mistura de ácido tartárico, málico e láctico. Resveratrol é um composto fenólico biologicamente ativo, produzido principalmente nas cascas dos frutos em resposta a estímulos externos, especialmente raios UV, substâncias químicas e infecções por alguns tipos de microrganismos. Os teores de *trans*-resveratrol e ácidos orgânicos (tartárico, málico e láctico) foram avaliados em amostras de vinhos da variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), safra 2004, de diferentes regiões brasileiras. As análises foram realizadas em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detector UV-vis em 230 nm para ácidos orgânicos e 306 nm para *trans*-resveratrol. Os resultados observados variaram de 1,514 g/L a 2,236 g/L de ácido tartárico; 0,139 g/L a 0,313 g/L de ácido málico e 3,900 g/L a 5,806 g/L de ácido láctico. As concentrações de *trans*-resveratrol detectadas ficaram entre 0,848 mg/L e 4,584 mg/L.

Palavras-chave: ácidos orgânicos, *trans*-resveratrol, Cabernet Sauvignon, uvas, vinhos.

INTRODUÇÃO

Os ácidos tartárico, málico e láctico são ácidos orgânicos não voláteis, presentes em vinhos (SALES, AMARAL e MATOS, 2001), sendo provenientes principalmente da polpa e casca das uvas e dos processos fermentativos. Estão relacionados com as características sensoriais e acidez, contribuindo para a estabilidade, cor e aceitação gustativa (CABANIS, in: FLANZY, 2000).

O ácido tartárico é considerado o mais importante, por suas características químicas, organolépticas e sua resistência à degradação bacteriana (SALES, AMARAL e MATOS, 2001). Quando presente em altas concentrações, pode conferir aspereza e certa adstringência; mas, em concentrações adequadas, é responsável pela fineza ácida dos bons produtos. Sua fonte natural é a uva e a videira é uma das raras plantas que o sintetizam em concentrações elevadas (RIZZON e MIELE, 2001). A concentração observada em vinhos encontra-se na faixa de 1,5 a 4,0 g/L (SALES, AMARAL e MATOS, 2001), mas na fase de formação da uva sua concentração no mosto pode chegar a 15,0 g/L, diminuindo para 6,0 g/L a 7,0 g/L no período de maturação (RIZZON e MIELE, 2001).

O ácido málico é formado pela quebra dos açúcares nos tecidos com clorofila e fornece energia. Ao contrário do ácido tartárico, o málico é pouco estável e pode ser catabolizado durante a maturação (CABANIS, in: FLANZY, 2000). Durante a fermentação malolática, produzida após a fermentação alcoólica, é transformado em etanol ou ácido láctico e anidrido carbônico. Por isso, somente pequenas quantidades deste ácido são encontradas nos vinhos. Pode ser oxidado por algumas espécies de *Acetobacter* e *Gluconobacter* e, portanto, sua concentração pode diminuir durante a fermentação acética (ZOTOU, LOUKOU e KARAVA, 2004).

O ácido láctico contribui para a complexidade do “flavor” do vinho e confere certa estabilidade microbiológica. É produzido através da fermentação malolática, que converte o ácido málico em ácido láctico e dióxido de carbono (VILJAKAINEN e LAAKSO, 2000).

O perfil e concentração de ácidos orgânicos, principalmente tartárico, málico e láctico são parâmetros importantes para o mosto e para o vinho, para controle do processo e da qualidade (KEREM *et al.*, 2004).

Resveratrol (3,4',5-trihidroxiestilbeno) é um composto fenólico (CELOTTI *et al.*, 1996) produzido por várias famílias de plantas, mas as uvas e produtos relacionados são as fontes dietéticas mais importantes, sendo que sua síntese ocorre principalmente nas cascas dos frutos (RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002). De acordo com FRÉMONT (2000), o resveratrol apresenta algumas atividades biológicas, entre elas: inibição da peroxidação lipídica, quelação de cobre, ligação a radicais livres, alteração na síntese de eicosanóides, inibição da agregação plaquetária, atividade antiinflamatória, vasorrelaxante, anticancerígena e estrogênica. Em uvas, está presente tanto na forma *cis* como *trans*, sendo que a radiação UV favorece a formação do isômero *cis* (RODRÍGUEZ-DELGADO *et al.*, 2002). O isômero *trans* ocorre nas cascas da maioria das variedades de uvas. O isômero *cis* não tem sido encontrado em *Vitis vinifera*, mas ambos os isômeros estão presentes em quantidades variáveis em vinhos comerciais (GOLDBERG *et al.*, 1995), devido ao fato que o *cis*-resveratrol é formado pela isomerização do *trans*-resveratrol ou pela quebra do polímero de resveratrol durante a fermentação (ABRIL *et al.*, 2005). Sua concentração em uvas e vinhos varia de acordo com vários fatores, entre eles a região de cultivo, variedade das uvas e técnicas de vinificação (GOLDBERG *et al.*, 1995).

O objetivo deste trabalho foi determinar, através de cromatografia líquida de alta eficiência, as concentrações médias de ácido tartárico, ácido málico, ácido lático e *trans*-resveratrol em vinhos tintos da variedade Cabernet Sauvignon, produzidos em diferentes regiões do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de vinhos produzidos com a variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), safra 2004, foram provenientes das regiões de Bento Gonçalves (altitude 450 metros, latitude 30° S) Estado do Rio Grande do Sul, designada como amostra BG/RS; Videira (altitude 880 metros, latitude 27° S), Água Doce (altitude 1380 metros, latitude 27° S) e São Joaquim (altitude 1180 metros, latitude 28° S), Estado de Santa Catarina, designadas como VDA/SC, AD/SC e SJ/SC, respectivamente; Jales (altitude 478 metros, latitude 20° S), Estado de São Paulo, designada como JA/SP, Caldas (altitude 1186 metros, latitude 21° S), Estado de Minas Gerais, designada como amostra CA/MG e Petrolina (altitude 376 metros, latitude 09° S), Estado de Pernambuco, designada como PT/PE. As amostras foram produzidas por processo de

microvinificação, exceto as da região PT/PE, pois foram provenientes de vinhos comerciais. As análises foram realizadas na Epagri-EEV/SC (Estação Experimental de Videira/Santa Catarina). As amostras de cada região foram coletadas aleatoriamente, sendo todas do mesmo lote e processo de produção.

As amostras (5 repetições em triplicata), foram filtradas com membranas Millipore[®], em éster de celulose, com diâmetro do poro de 0,5 μm . Para realização das análises, utilizou-se cromatógrafo líquido de alta pressão da marca Varian, com detector espectrofotométrico UV/VIS, modelo ProStar 310; injetor Varian, modelo ProStar 400 e módulo de bombeamento de solvente ProStar 230. A separação dos analitos foi realizada em coluna Varian C₁₈ (25cm x 4,6mm x 5 μm), com coluna de guarda C₁₈ (15cm x 4,6mm x 5 μm). Para ácidos orgânicos, as análises foram realizadas em condição isocrática (bomba A), em temperatura ambiente (25 °C), fase móvel constituída por água milli-q acidificada com ácido ortofosfórico (Merck S.A) a pH 2,5 (RIZZON e MIELE, 2001), fluxo de 0,6 mL.min⁻¹, detector em comprimento de onda de 230 nm, volume da amostra de 10 μL (ZOTOU, LOUKOU e KARAVA, 2004). Para quantificação do *trans*-resveratrol, as análises foram realizadas com dois gradientes de eluição, formados pelas bombas A e B, em temperatura ambiente (25 °C), sendo os eluentes das bombas A e B constituídos, respectivamente, por acetonitrila (Vetec Ltda) e água milli-q (25:75), ambos acidificados com ácido ortofosfórico (Merck S.A) a pH 2,5; fluxo de 1,5 mL.min⁻¹, detector em comprimento de onda de 306 nm, volume da amostra de 10 μL (SOUTO *et al.*, 2001). As curvas de calibração referentes às análises dos ácidos orgânicos foram construídas com padrão externo de ácido tartárico (Merck S.A), ácido málico (Quimibrás S.A) e ácido láctico (Purac), em concentrações que variaram de 0,05 g/L a 10 g/L e r (coeficiente de correlação) = 0,9967; 0,9978; 0,9986 para ácido tartárico, málico e láctico, respectivamente. Para a curva do *trans*-resveratrol (Sigma Chemical), as concentrações variaram de 0,1 mg/L a 10 mg/L, r = 0,99811. O programa STATISTICA[®] v. 6.0 (2001) foi utilizado para avaliar as diferenças entre os resultados, através da ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de ácidos tartárico, málico e láctico em amostras de vinhos Cabernet Sauvignon das diferentes regiões são mostrados nas Tabelas I, II e III. A Figura 1

apresenta os picos cromatográficos dos ácidos presentes em uma amostra de vinho Cabernet Sauvignon.

Tabela I. Ácido tartárico em amostras de vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, de diferentes regiões brasileiras.

Origem da amostra	Valor mínimo (g/L)	Valor máximo (g/L)	Média* (g/L)
VDA/SC	2,056	2,332	2,236 ^a ± 0,096
SJ/SC	1,831	1,966	1,906 ^b ± 0,052
AD/SC	1,779	1,882	1,842 ^b ± 0,037
CA/MG	1,486	1,718	1,569 ^{cd} ± 0,085
JA/SP	1,695	1,867	1,750 ^b ± 0,063
BG/RS	1,683	1,871	1,740 ^{bc} ± 0,071
PT/PE	1,351	1,622	1,514 ^d ± 0,093

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

Tabela II. Ácido málico em amostras de vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, de diferentes regiões brasileiras.

Origem das amostras	Valor mínimo (g/L)	Valor máximo (g/L)	Média* (g/L)
VDA/SC	0,147	0,523	0,300 ^{ab} ± 0,167
SJ/SC	0,108	0,231	0,183 ^{ab} ± 0,041
AD/SC	0,093	0,190	0,156 ^{ab} ± 0,031
CA/MG	0,094	0,213	0,180 ^{ab} ± 0,045
JA/SP	0,258	0,429	0,313 ^a ± 0,060
BG/RS	0,098	0,191	0,139 ^b ± 0,031
PT/PE	0,150	0,301	0,205 ^{ab} ± 0,064

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

Tabela III. Ácido láctico em amostras de vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, de diferentes regiões brasileiras.

Origem das amostras	Valor mínimo (g/L)	Valor máximo (g/L)	Média* (g/L)
VDA/SC	3,657	4,211	3,900 ^{ac} ± 0,253
SJ/SC	5,289	6,339	5,806 ^b ± 0,396
AD/SC	3,986	4,973	4,353 ^{ac} ± 0,364
CA/MG	5,293	5,853	5,583 ^b ± 0,249
JA/SP	3,221	5,568	4,107 ^{ac} ± 0,891
BG/RS	4,887	5,632	5,351 ^b ± 0,293
PT/PE	3,742	4,981	4,567 ^c ± 0,444

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

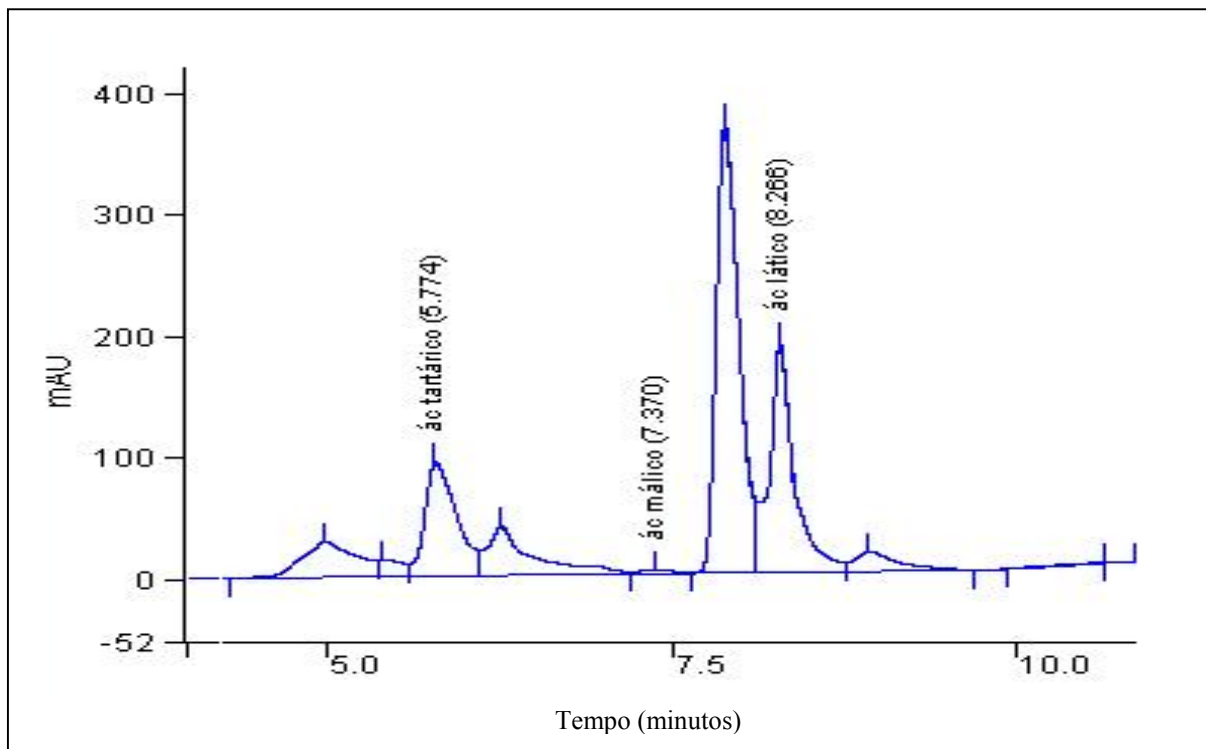


Figura 1. Cromatograma dos ácidos tartárico, málico e láctico em amostra de vinho Cabernet Sauvignon, safra 2004, referente à região de Água Doce, Santa Catarina, Brasil.

A concentração média de ácido tartárico nas amostras da região do Rio Grande do Sul (BG/RS) foi de 1,740 g/L (Tab. I), resultado inferior ao que foi detectado no estudo de RIZZON e MIELLE (2001), que avaliaram 62 amostras do sul do Brasil (Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul) das safras de 1995 a 1999, cuja concentração média para os vinhos da variedade Cabernet Sauvignon foi de 2,2 g/L. Das amostras analisadas, somente as provenientes da região VDA/SC apresentaram concentrações de ácido tartárico superiores às detectadas por estes pesquisadores. As menores concentrações foram observadas nas amostras CA/MG e PT/PE; 1,569 g/L e 1,514 g/L, respectivamente, não apresentando diferenças significativas entre elas ($p=0,945$). Em relação ao ácido málico, cuja concentração é pequena nos vinhos que passaram pela fermentação malolática (ZOTOU, LOUKOU e KARAVA, 2004), os menores valores foram detectados nas amostras BG/RS, com 0,139 g/L, a maior concentração nas de JA/SP, com 0,313 g/L. Somente as amostras de JA/SP e BG/RS apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si ($p=0,035$), conforme a Tabela II. As concentrações de ácido láctico variaram de 3,900 g/L nas amostras VDA/SC e 5,806 g/L nas SJ/SC. Não houve diferença estatística entre as amostras SJ/SC, CA/MG e BG/RS, mas estas apresentaram diferenças com as de VDA/SC, AD/SC, JA/SP e PT/PE, conforme a Tabela III. Estes valores são maiores quando comparados com resultados relatados pela literatura.

VONACH, LENDL e KELLNER (1998), analisaram amostras de vinhos tintos austríacos, produzidos com diferentes variedades de uvas, e encontraram concentrações médias de ácido tartárico entre 1,06 g/L e 1,31 g/L; para o ácido málico a concentração máxima foi de 0,02 g/L e a de ácido láctico ficou entre 2,66 g/L e 3,37 g/L. Essas concentrações são inferiores às detectadas neste trabalho. Em pesquisa feita por ESCOBAL *et al.* (1998), com amostras de vinhos produzidos no norte da Espanha, de diferentes variedades de uvas *Vitis vinifera*, entre elas a Cabernet Sauvignon das safras de 1993 e 1994, os teores médios de ácidos orgânicos observados foram de 2,65 g/L para ácido tartárico; 2,01 g/L de málico e 0,91 g/L de láctico. Os valores de ácido málico obtidos foram superiores e os de láctico inferiores aos determinados em nosso estudo. Isso pode ser consequência de processo incompleto da fermentação malolática. CASTIÑEIRA *et al.* (2002), avaliaram vinhos tintos da Espanha e encontraram teores médios entre 1,195 g/L e 1,483 g/L de ácido tartárico; 0,311 g/L e 0,547 g/L de ácido málico; 1,731 g/L e 2,108 g/L de ácido láctico.

Os teores médios de *trans*-resveratrol são mostrados na Tabela IV e a Figura 2 apresenta o tempo de retenção de uma amostra de vinho Cabernet Sauvignon, com o respectivo pico

cromatográfico. A maior concentração foi observada nas amostras AD/SC, com $4,584 \pm 0,552$ mg/L; seguido de BG/RS com $4,190 \pm 0,448$ mg/L.

Tabela IV: Concentrações mínimas e máximas de *trans*-resveratrol, em mg/L, das amostras de cada região avaliada, seguido das médias e seus respectivos desvios padrões.

Origem das amostras	Valor mínimo (mg/L)	Valor máximo (mg/L)	Média* (mg/L)
VDA/SC	2,421	2,458	$2,445^{ad} \pm 0,013$
SJ/SC	2,792	3,111	$2,949^a \pm 0,112$
AD/SC	4,240	5,679	$4,584^b \pm 0,552$
CA/MG	0,834	0,868	$0,848^c \pm 0,013$
JA/SP	0,927	1,610	$1,252^c \pm 0,293$
BG/RS	3,536	4,843	$4,190^b \pm 0,448$
PT/PE	2,196	2,344	$2,296^d \pm 0,056$

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

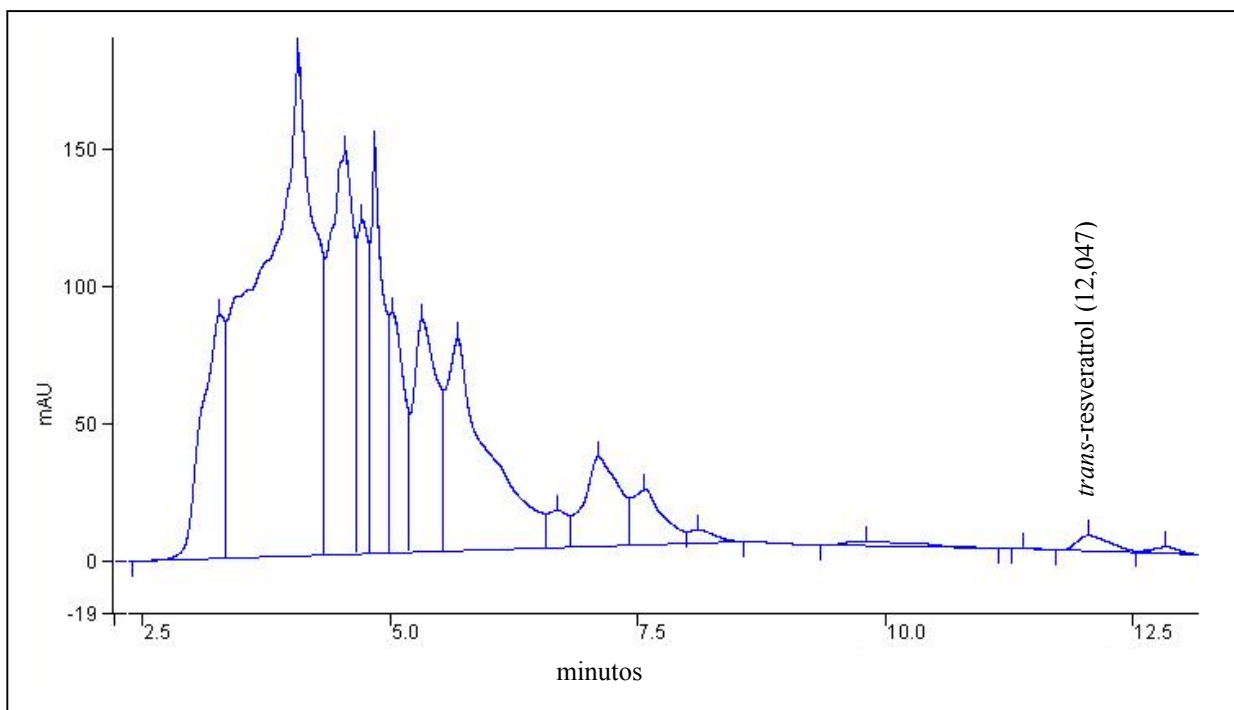


Figura 2. Cromatograma de *trans*-resveratrol referente à amostra de vinho Cabernet Sauvignon, safra 2004, da região de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil.

Os valores médios obtidos neste estudo, exceto para as amostras de CA/MG, estão de acordo com os encontrados por SOUTO *et al.* (2001), que avaliaram 36 amostras de diferentes vinhos produzidos no sul do Brasil, entre as safras de 1990 a 1999 e encontraram concentrações médias de *trans*-resveratrol que variaram de 1,07 mg/L a 5,75 mg/L, sendo que nos vinhos da variedade Cabernet Sauvignon, as concentrações médias foram de 2,01 mg/L nas amostras da safra de 1998; 1,53 mg/L para a safra de 1997; 2,33 mg/L para a safra de 1994 e 1,25 mg/L nas de 1991. DOURTOGLOU *et al.* (1999), avaliaram vinhos de diferentes variedades (15 tintos e 15 brancos) produzidos na Grécia, e as concentrações médias de *trans*-resveratrol observadas variaram de $0,325 \pm 0,003$ mg/L a $1,569 \pm 0,028$ mg/L em vinhos tintos produzidos entre 1986 e 1996. Para as amostras de Cabernet Sauvignon os teores médios encontrados foram de $1,246 \pm 0,009$ mg/L, safra 1995; $1,569 \pm 0,028$ mg/L, safra 1993 e $1,064 \pm 0,006$ mg/L, safra 1996. GU *et al.* (1999), avaliaram vinhos de diferentes procedências e, para os da variedade Cabernet Sauvignon, as amostras da Califórnia (USA), safra 1995, apresentaram teores de *trans*-resveratrol entre $0,99 \pm 0,10$ μ mol/L e $1,73 \pm 0,09$ μ mol/L; enquanto que nos vinhos chilenos, safra 1996, os valores obtidos foram de $4,02 \pm 0,16$ μ mol/L; nos australianos, safra 1995, de $6,40 \pm 0,29$ μ mol/L e nos argentinos, safra 1995, as concentrações médias obtidas variaram de $5,11 \pm 0,37$ μ mol/L a $6,78 \pm 0,30$ μ mol/L. VITRAC *et al.* (2005), realizaram estudo com vinhos Cabernet Sauvignon brasileiros, das safras de 2000 a 2003. Nos vinhos da safra de 2003, produzidos por microvinificação, não foi detectado *trans*-resveratrol, o que ocorreu também com as amostras de vinhos comerciais da safra de 2000. As amostras comerciais da safra 2001 e 2002 apresentaram concentrações médias de 2,06 mg/L e 2,41 mg/L, respectivamente. LAMIKANRA *et al.* (1996), avaliaram as concentrações de compostos estilbênicos em vinhos comerciais americanos de diferentes variedades e encontraram teores de *trans*-resveratrol entre 1,3 e 4,5 mg/L nas amostras da variedade Cabernet Sauvignon. OKUDA e YOKOTSUKA (1996), detectaram concentração máxima de 0,244 mg/L, com médias de 0,081 mg/L em vinhos da variedade Cabernet Sauvignon, produzidos com uvas cultivadas no Japão. Em amostras de vinhos Cabernet Sauvignon da costa norte da Califórnia (USA), safra de 1989, LAMUELA-RAVENTÓS e WATERHOUSE (1993), encontraram concentrações máximas de *trans*-resveratrol de 0,09 mg/L. ABRIL *et al.* (2005), analisaram amostras de vinhos, entre eles os da variedade Cabernet Sauvignon, da região de Aragón, nordeste da Espanha, e encontraram teores médios de *trans*-resveratrol de 0,64 mg/L a 1,04 mg/L. Nas análises de LAMUELA-REVENTÓS *et al.* (1995), com amostras de diferentes vinhos espanhóis, os da variedade Cabernet Sauvignon, safras de 1991 a 1993, ficaram entre as concentrações de 0,95 mg/L e 1,86

mg/L. Em vinhos da Califórnia, analisados por CHU, O'DWYER e ZEECE (1998), os níveis de *trans*-resveratrol variaram de $1,9 \pm 0,5$ mg/L a $8,9 \pm 1,6$ mg/L.

CONCLUSÕES

A determinação de ácidos orgânicos e *trans*-resveratrol em vinhos Cabernet Sauvignon, provenientes de diferentes regiões do Brasil, mostrou que há diferenças estatísticas significativas entre as amostras, evidenciando que as condições de solo, clima, índice pluviométrico e técnicas de vinificação influenciam nas concentrações dos mesmos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRIL, M; NEGUERUELA, A. I; PÉREZ, C; JUAN, T; ESTOPAÑÁN, G. Preliminary study of resveratrol content in Aragón red and rosé wines. **Food Chemistry**, v.92, p.729-736, 2005.
- CABANIS, J. C. **Ácidos orgânicos, substâncias minerais, vitaminas y lípidos**. In: FLANZY, CLAUDE. *Enología: Fundamentos Científicos y Tecnológicos*. 1ª edição, A. Madri Vicente e Mundi-Prensa Ediciones, 2000, p.43-52.
- CASTIÑEIRA, A.; PEÑA, R. M.; HERRERO, C.; GARCÍA-MARTÍN, S. Analysis of organic acids in wine by capillary electrophoresis with direct UV detection. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.15, p.319-331, 2002.
- CELOTTI, Emilio; FERRARINI, Roberto; ZIRONI, Roberto; CONTE, Lanfranco S. Resveratrol content of some wines obtained from dried Valpolicella grapes: Recioto and Amarone. **Journal of Chromatography A**, v.730, p.47-52, 1996.
- CHU, Qingyi; O'DWYER, Mary; ZEECE, Michael G. Direct analysis of resveratrol in wine by micellar electrokinetic capillary electrophoresis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.509-513, 1998.
- DOURTOGLOU, Vassilis G.; MAKRIS, Dimitrios P.; BOIS-DOUNAS, Fabienne; ZONAS, Christophoros. *Trans*-resveratrol concentration in wines produced in Greece. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 12, p.227-233, 1999.
- ESCOBAL, A.; IRIONDO, C.; LABORRA, C.; ELEJALDE, E.; GONZALEZ, I. Determination of acids and volatile compounds in red Txakoli wine by high-performance liquid chromatography and gas chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.823, p.349-354, 1998.
- FRÉMONT, Lucie. Biological effects of resveratrol. **Life Sciences**, v.66, n.8, p.663-673, 2000.
- GOLDBERG, D. M.; E.Ng; KARUMANCHIRI, J. Y.; DIAMANDIS, E. P.; SOLEAS, G. J. Assay of resveratrol glucosides and isomers in wine by direct-injection high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.708, p.89-98, 1995.
- GU, Suelin; CREASY, Le; KESTER, April; ZEECE, Michael. Capillary electrophoretic determination of resveratrol in wines. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.47, p.3223-3227, 1999.
- KEREM, Zohar; BRAVDO, Bem-ami; SHOSEYOV, Oded, TUGENDHAFT, Yizhar. Rapid liquid chromatography-ultraviolet determination of organic acids and phenolic compounds in red wine and must. **Journal of Chromatography A**, p.1-5, 2004.
- LAMIKANRA, Olusola; GRIMM, Casey C.; RODIN, J. Ben; INYANG, Inyang D. Hydroxylated stilbenes in selected american wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, p.1111-1115, 1996.

LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; WATERHOUSE, A. L. Occurrence of resveratrol in selected California wines by a new HPLC method. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, p.521-523, 1993.

LAMUELA-RAVENTÓS, R. M.; ROMERO-PÉREZ, A. I.; WATERHOUSE, A. L.; TORRE-BORONAT, M. C. de la. Direct HPLC analysis of *cis*- and *trans*-resveratrol and piceid isomers in Spanish red *Vitis vinifera* wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.43, p.281-283, 1995.

OKUDA, Tohru; YOKOTSUKA, Koki. *Trans*-resveratrol concentrations in berry skins and wines from grapes grown in Japan. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.47, n^o.01, p.93-99, 1996.

RIZZON, Luiz Antenor; MIELE, Alberto. Concentração de ácido tartárico dos vinhos da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.5, p.893-895, 2001.

RODRÍGUEZ-DELGADO, M. A.; GONZÁLEZ, G.; PÉREZ-TRUJILLO, J. P.; GARCÍA-MONTELONGO, F. J. *Trans*-resveratrol in wines from the Canary Island (Spain). Analysis by high performance liquid chromatography. **Food Chemistry**, v.76, p.371-375, 2002.

SALES, M. G. F.; AMARAL, C. E. L.; MATOS, C. M. D. Determination of tartaric acid in wines by FIA with tubular tartrate-selective electrodes. **Fresenius J Anal Chem**, v.369, p.446-450, 2001.

SOUTO, André A.; CARNEIRO, Manuel C.; SEFERIN, Marcus; SENNA, Marcos J. H.; CONZ, Andressa; GOBBI, Kristiane. Determination of *trans*-resveratrol concentrations in Brazilian red wines by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.441-445, 2001.

VILJAKAINEN, S. K.; LAAKSO, S. V. The use of malolactic *Oenococcus oeni* (ATCC 39401) for deacidification of media containing glucose, malic acid and citric acid. **Eur Food Res Technol**, v.211, p.438-442, 2000.

VITRAC, Xavier; BORNET, Aurélie; VANDERLINDE, Regina; VALLS, Josep; RICHARD, Tristan; DELAUNAY, Jean-Claude; MÉRILLON, Jean-Michel, TEISSÉDRE, Pierre-Louis. Determination of stilbenes (δ -viniferin, *trans*-astringin, *trans*-piceid, *cis*- and *trans*-resveratrol, ϵ -viniferin) in brasilian wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p. 5665-5669, 2005.

VONACH, R.; LENDL, B.; KELLNER, R. High-performance liquid chromatography with real-time Fourier-transform infrared detection for the determination of carbohydrates, alcohols and organic acids in wines. **Journal of Chromatography A**, v.824, p.159-167, 1998.

ZOTOU, A; LOUKOU, Z; KARAVA, O. Method development for the determination of seven organic acids in wines by reversed-phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia**, v.60, p.39-44, 2004.

CAPÍTULO 3

POLIFENÓIS TOTAIS, MALVIDINA-3-GLICOSÍDIO, CATEQUINA, QUERCETINA E INTENSIDADE DE COR EM VINHOS CABERNET SAUVIGNON, PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL

POLIFENÓIS TOTAIS, MALVIDINA-3-GLICOSÍDIO, CATEQUINA, QUERCETINA E INTENSIDADE DE COR EM VINHOS CABERNET SAUVIGNON, PRODUZIDOS EM DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL

RESUMO

Vinhos, especialmente tintos, contêm altas concentrações de compostos fenólicos, que exercem efeitos benéficos à saúde humana, devido, principalmente, ao seu potencial antioxidante, antimicrobiano e anti-inflamatório. Os teores de catequina, quercetina, malvidina-3-glicosídeo, índice de polifenóis totais e intensidade de cor (IC) foram avaliados em amostras de vinhos da variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), safra 2004, de diferentes regiões brasileiras. Catequina, quercetina e malvidina-3-glicosídeo foram analisados em cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), com detector UV-vis. Polifenóis totais e IC foram determinados por espectrofotometria. As concentrações de polifenóis totais variaram de 929,92 mg/L a 2932,31 mg/L; catequina de 15,212 mg/L a 66,522 mg/L; quercetina de nd (não detectado) a 13,155 mg/L, malvidina-3-glicosídeo de 26,595 mg/L a 211,356 mg/L e a IC variou de 8,163 a 9,538.

Palavras-chave: Cabernet Sauvignon, catequina, quercetina, malvidina-3-glicosídeo, polifenóis totais, intensidade de cor.

INTRODUÇÃO

Vinhos tintos contêm polifenóis que incluem os flavonóis (quercetina e miricetina), flavanóis (catequina e epicatequina), taninos condensados (polímeros de catequina e epicatequina), fenóis (ácido caféico, ácido cumárico e ácido gálico), estilbenos (resveratrol - *cis* e *trans*), antocianinas monoméricas (delfinidina, cianidina, peonidina, petunidina e malvidina monoglicosídeos) e fenóis poliméricos (dímeros de procianidina, antocianinas poliméricas e taninos) (HOWARD *et al.*, 2002). Geralmente, esses componentes presentes nas células das plantas estão na forma glicosilada e, durante o processo de fermentação, são liberados na forma livre. Assim, o vinho constitui uma importante fonte destes compostos na forma livre (TSANOVA-SAVOVA e RIBAROVA, 2002). Os polifenóis são responsáveis pelas principais propriedades dos vinhos, principalmente cor e adstringência. Exercem efeitos antioxidantes no organismo humano, devido a sua estrutura química ideal para a captura de radicais livres (KIRALP e TOPPARE, 2005). Possuem propriedades biológicas, incluindo a inibição da agregação plaquetária, atividade vasorrelaxante, modulação do metabolismo lipídico e inibição da oxidação das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) (DELL'AGLI, BUSCIALA e BOSISIO, 2004), atividades anticarcinogênicas e antimutagênicas, que são positivas sobre uma grande variedade de doenças degenerativas, como câncer, aterosclerose, doenças cardiovasculares e envelhecimento (SANZA *et al.*, 2004). O conteúdo de polifenóis em uvas e vinhos depende de vários fatores, entre eles as condições climáticas e atmosféricas, tipo de solo, cultivar e técnicas de vinificação (KIRALP e TOPPARE, 2005). A ocorrência dos compostos fenólicos nos vinhos não depende somente da sua extração durante a vinificação. Uma vez que as uvas são esmagadas antes do início da fermentação alcoólica, várias reações de condensação que envolvem algumas dessas moléculas, especialmente antocianinas, catequinas e procianidinas tomam lugar, resultando na formação de novos pigmentos poliméricos (REVILLA e RYAN, 2000).

As antocianinas pertencem à família dos polifenóis e são responsáveis pela coloração dos vinhos, atributo relacionado a sua qualidade (MATEUS *et al.*, 2001). Em vinhos produzidos com uvas *Vitis vinifera*, foram identificadas antocianinas nas quais as posições C-4 de suas estruturas são substituídas. Como consequência, esses pigmentos apresentam melhor coloração e maior resistência à perda de cor. Possuem atividade bactericida, antiviral e fungistática. Exibem forte atividade antioxidante que previne a oxidação do ácido ascórbico, promove proteção contra radicais livres, podem reduzir os riscos de câncer e doenças cardíacas, além dos efeitos contra a

peroxidação lipídica (DELGADO-VARGAS, JIMÉNEZ e LÓPEZ, 2000). O cultivo de uvas a baixas altitudes parece desfavorecer a biossíntese de antocianinas monoglicosiladas nas cascas de uvas, se comparado com as que são cultivadas em altitudes maiores. Em algumas variedades, temperaturas acima de 35 °C diminuem fortemente o acúmulo de antocianinas e a falta ou excesso de umidade tende a diminuir seu conteúdo (MATEUS *et al.*, 2001).

A quercetina (Figura 1a) pertence aos flavonóis, que são flavonóides caracterizados pela presença de uma insaturação no anel heterocíclico e um grupo hidroxílico. Nas uvas, encontra-se principalmente nas cascas e na forma glicosídica. Estes heterosídeos das uvas são facilmente hidrolisáveis e nos vinhos tintos encontram-se como agliconas no estado livre. A quercetina exerce um papel importante na evolução da cor dos vinhos através de processos de copigmentação com as antocianinas. Possui cor amarela e não é considerada importante para a cor dos vinhos brancos. A catequina (Figura 1b) pertence ao grupo dos flavanóis, sendo um 3-flavanol e possui um anel heterocíclico saturado. Encontra-se na uva no estado livre, em pequenas quantidades (CABRITA, RICARDO-DA-SILVA e LAUREANO, 2003).

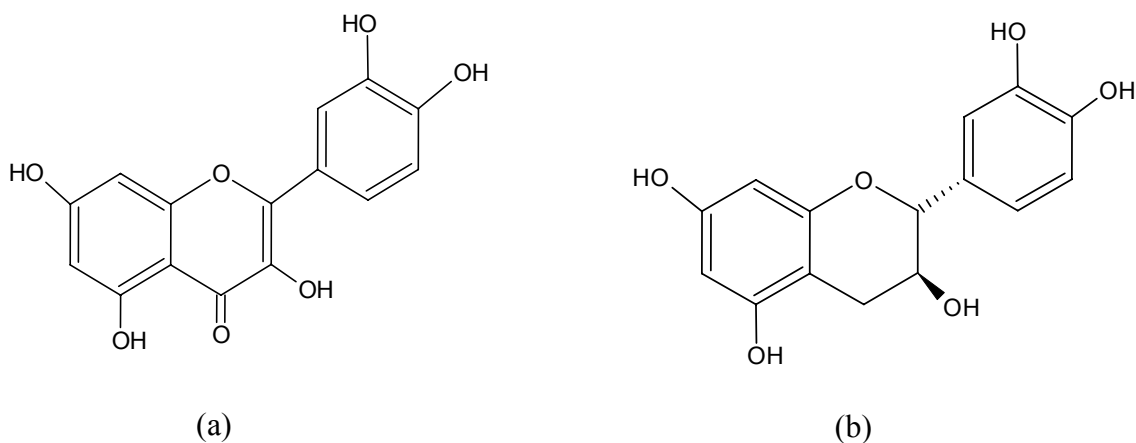


Figura 1. Estrutura da quercetina (a) e (+)-catequina (b).

Fonte: McDONALD *et al.*, 1998.

Devido à importância dos compostos polifenólicos na qualidade dos vinhos e na saúde humana, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar o conteúdo de polifenóis totais, catequina e quercetina na forma livre, antocianinas (malvidina-3-glicosídeo) e IC (intensidade de cor) em amostras de vinhos Cabernet Sauvignon provenientes de diferentes regiões do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de vinhos (5 repetições em triplicata) produzidos com a variedade Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.), safra 2004, foram provenientes das regiões de Bento Gonçalves (altitude 450 metros, latitude 30° S) Estado do Rio Grande do Sul, designada como amostra BG/RS; Videira (altitude 880 metros, latitude 27° S), Água Doce (altitude 1.380 metros, latitude 27° S) e São Joaquim (altitude 1.180 metros, latitude 28° S), Estado de Santa Catarina, designadas como VDA/SC, AD/SC e SJ/SC, respectivamente; Jales (altitude 478 metros, latitude 20° S), Estado de São Paulo, designada como JA/SP, Caldas (altitude 1.186 metros, latitude 21° S), Estado de Minas Gerais, designada como amostra CA/MG e Petrolina (altitude 376 metros, latitude 09° S), Estado de Pernambuco, designada como PT/PE. As amostras foram produzidas por microvinificação, exceto as da região PT/PE, pois foram provenientes de vinhos comerciais. As análises foram realizadas na Epagri-EEV/SC (Estação Experimental de Videira/Santa Catarina). As cinco repetições de cada amostra foram selecionadas aleatoriamente, sendo todas do mesmo lote e/ou origem e do mesmo processo de produção. As amostras foram filtradas com filtros Millipore[®], membrana em éster de celulose com diâmetro do poro de 0,5 µm.

Para a determinação de polifenóis totais, utilizou-se o método com o reagente de Folin-Ciocalteu (MINUSSI *et al.*, 2003; KIRALP e TOPPARE, 2005, com modificações), usando catequina (Merck) como padrão. A curva de calibração foi construída utilizando-se concentrações de 50, 100, 150, 200, 250, 300, 400 e 500 mg/L de catequina. Em seguida, em tubos de ensaio, adicionaram-se 7,90 mL de água deionizada em cada tubo; 0,10 mL da solução padrão; 0,50 mL do reagente de Folin-Ciocalteu (Sigma Chemical) e 1,50 mL de solução de carbonato de sódio (Ecibra) a 20%. As amostras foram homogeneizadas, guardadas no escuro e, após 2 horas, os valores de absorvância foram determinados por espectrofotometria (Hach DR/2010), em comprimento de onda de 760 nm. Para a determinação dos valores de absorvância das amostras dos vinhos, seguiu-se o procedimento acima, usando as respectivas amostras em substituição aos padrões. As amostras foram diluídas em água deionizada na proporção 1:10. Os resultados foram expressos em mg de equivalente de catequina (ECAT)/L. A intensidade de cor (IC) foi realizada de acordo com GLORIES (1984), com leituras espectrofotométricas (Hach DR/2010) das amostras em comprimentos de onda de 420 nm, 520 nm e 620 nm.

As análises de quercetina, catequina e malvidina-3-glicosídeo foram realizadas utilizando-se cromatógrafo líquido de alta pressão Varian, com detector espectrofotométrico UV-Vis, modelo ProStar 310; injetor Varian, modelo ProStar 400 e módulo de bombeamento de solvente ProStar 230. A separação dos analitos foi realizada em coluna Varian C₁₈ (25cm x 4,6mm x 5µm), com coluna de guarda C₁₈ (15cm x 4,6mm x 5µm). Para as análises de malvidina-3-glicosídeo, utilizou-se gradiente binário, sendo os eluentes A e B constituídos por água milli-q e acetonitrila (Vetec), com vazão de 85% de A e 15% de B, ambos acidificados com ácido acético glacial (Merck S.A) a pH 2,00; temperatura ambiente, fluxo de 1,2 mL.min⁻¹, detector em comprimento de onda de 520 nm, volume da amostra de 10 µL (REVILLA *et al.*, 2001, com modificações). A curva de calibração foi construída com padrão externo de malvidina-3-glicosídeo (Extrasynthèse), em concentrações que variaram de 25 mg/L a 500 mg/L.

Para análise de catequina utilizou-se gradiente linear, sendo eluente A constituído por água milli-q:acetonitrila (Vetec) (1:1) e eluente B formado por água milli-q, ambos acidificados com ácido ortofosfórico (Merck S.A) a pH 3,48 para eluente A e 3,43 para eluente B. O fluxo seguiu em 1,5 mL.min⁻¹ com 20% de eluente A e 80% de B (0 - 15 min), 50% de A e 50% de B (15 - 18 min), 80% de A e 20% de B (18 - 25 min), detector em comprimento de onda de 280 nm (REVILLA e RYAN, 2000; TSANOVA-SAVOVA e RIBAROVA, 2002, com modificações). Para quercetina, seguiu-se o mesmo procedimento da análise de catequina, diferenciando-se somente no comprimento de onda de detecção, que foi de 254 nm. As curvas de calibração foram construídas com concentrações que variaram de 25 mg/L a 100 mg/L de catequina (Merck S.A) e 1 mg/L a 10 mg/L de quercetina (Merck S.A). O programa STATISTICA[®] v. 6.0 (2001) foi utilizado para avaliar as diferenças entre os resultados, através da ANOVA e teste de Tukey (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela I apresenta o conteúdo de polifenóis totais nas amostras dos vinhos avaliados, sendo que as maiores concentrações foram observadas nas amostras da região AD/SC, com 1991,93 ± 45,26 mg/L e PT/PE, com 2932,31 ± 106,52 mg/L. Os valores de polifenóis totais para as amostras PT/PE podem ser justificados por se tratar de vinhos comerciais. Os menores teores encontrados foram nas amostras CA/MG, com média de 929,93 ± 52,62 mg/L.

Tabela I. Polifenóis totais em vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, de diferentes regiões brasileiras.

Origem das amostras	Polifenóis Totais* (mg/L)
VDA/SC	1194,63 ^a ± 115,98
AD/SC	1991,93 ^b ± 45,26
SJ/SC	1083,35 ^{ac} ± 77,60
BG/RS	1202,58 ^a ± 33,33
CA/MG	929,93 ^c ± 52,62
PT/PE	2932,31 ^d ± 106,52
JA/SP	1143,76 ^a ± 108,03

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

Em vinhos tintos de diferentes regiões da Espanha, as concentrações de polifenóis totais variaram de 1848 mg/L a 2315 mg/L (LÓPEZ *et al.*, 2001). Em amostras de vinhos Cabernet Sauvignon da Turquia, KIRALP e TOPPARE (2005) detectaram, pelo método de Folin, concentrações médias de polifenóis de 4500 ± 50 mg/L nos vinhos armazenados em temperatura de 11°C e 1750 ± 50 mg/L quando armazenados em temperatura ambiente. Os resultados obtidos por LÓPEZ *et al.* (2001) ficaram próximos aos deste estudo, enquanto que os de KIRALP e TOPPARE (2005) apresentaram concentrações superiores nas amostras de vinhos que foram armazenadas em temperatura de 11°C. MINUSSI *et al.* (2003), avaliaram o conteúdo de polifenóis totais em vinhos chilenos, safra 1996, e a concentração média encontrada foi de 2133 mg/L, para a variedade Cabernet Sauvignon. Em amostras de vinhos tintos provenientes de Israel e França, HOWARD *et al.* (2002) encontraram concentrações de 1650 mg/L de polifenóis totais nas amostras de vinhos de Israel e 1800 mg/L nas amostras da França.

Quanto à intensidade de cor das amostras de vinhos, os valores obtidos variaram de 8,163 para a região VDA/SC a 9,538 para a AD/SC (Tab. II). GONZÁLEZ-NEVES *et al.* (2004), avaliaram a intensidade de cor em vinhos do sul do Uruguai, safras 2001 e 2002, e para os vinhos da variedade Cabernet Sauvignon esse índice foi de $5,94 \pm 2,1$ para a safra de 2001 e $12,93 \pm 1,8$ para a safra 2002.

Tabela II: Intensidade de cor de vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, de diferentes regiões brasileiras.

Origem das amostras	IC (420+520+620 nm)*
VDA/SC	8,163 ^a ± 0,309
SJ/SC	8,525 ^a ± 0,214
AD/SC	9,538 ^{bc} ± 0,120
JA/SP	8,739 ^a ± 0,248
PT/PE	9,530 ^c ± 0,237
BG/RS	8,371 ^a ± 0,266
CA/MG	8,693 ^a ± 0,594

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

Em relação à concentração de quercetina livre (não glicosilada) nas amostras de vinhos (Tab. III e Fig. 2), os resultados variaram de nd (não detectado) para a região JA/SP, a 13,155 mg/L para a PT/PE. Concentrações entre 1,0 mg/L e 3,0 mg/L foram detectadas nas amostras das regiões CA/MG, VDA/SC e SJ/SC. Entre 5,0 mg/L e 6,0 mg/L foram as concentrações detectadas nas amostras BG/RS e AD/SC. Em vinhos da Bulgária, os teores de quercetina livre variaram de 2,7 mg/L a 3,3 mg/L para a variedade Cabernet Sauvignon, safra de 1996 a 1998 (TSANOVA-SAVOVA e RIBAROVA, 2002). Em vinhos chilenos, Cabernet Sauvignon, safra 1992 a 1994, as concentrações de quercetina na forma livre variaram de $0,9 \pm 0,1$ mg/L a $7,3 \pm 0,4$ mg/L; em amostras francesas, safra 1994, essa concentração variou de $2,6 \pm 0,2$ mg/L a $4,6 \pm 0,1$ mg/L; em vinhos da Califórnia, safra 1992-1993, a concentração de quercetina variou de $1,9 \pm 0,1$ mg/L a $7,1 \pm 0,3$ mg/L; em vinhos australianos, safra 1992-1994, a concentração variou de $3,0 \pm 0,2$ mg/L a $5,5 \pm 0,1$ mg/L; em amostras da Nova Zelândia, safra 1994, o conteúdo de quercetina livre foi de $1,9 \pm 0,1$ mg/L; em vinhos da Bulgária, safras 1989-1990, as concentrações encontradas foram de $0,4 \pm 0,1$ mg/L a $1,2 \pm 0,1$ mg/L e em amostras da Espanha, safra 1990, a concentração média foi de $3,0 \pm 0,0$ mg/L (McDONALD *et al.*, 1998). HOWARD *et al.* (2002), em análise de amostras de vinhos de Israel, detectaram teores de quercetina de 5 mg/L, enquanto que em vinhos franceses, a concentração média encontrada foi de 1,0 mg/L. Em vinhos Cabernet Sauvignon produzidos no Chile, safra 1997, GAMBELLI e SANTORINI

(2004) encontraram concentração de quercetina de 12,8 mg/L e nas amostras de vinhos da Califórnia, safra 2004, a concentração encontrada foi de 5,3 mg/L.

Os teores médios de catequina nas amostras de vinhos deste estudo são mostrados na Tabela III e seu pico cromatográfico na Figura 3. As menores concentrações foram encontradas em amostras da região VDA/SC com 15,212 mg/L e JA/SP com 15,672 mg/L, enquanto que os índices mais altos foram detectados nas amostras PT/PE, com 57,217 mg/L e CA/MG, com 66,522 mg/L. HOWARD *et al.* (2002) quantificaram catequina em amostras de vinhos de Israel e a concentração média obtida foi de 19 mg/L, enquanto que nas amostras dos vinhos franceses essa concentração ficou em 20 mg/L.

Tabela III: Conteúdo de quercetina e catequina em vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, produzidos em diferentes regiões brasileiras.

AMOSTRAS	QUERCETINA (mg/L) *	CATEQUINA (mg/L) *
VDA/SC	2,136 ^a ± 0,156	15,212 ^a ± 1,043
SJ/SC	2,828 ^{ab} ± 0,266	24,785 ^b ± 1,188
AD/SC	6,265 ^c ± 0,553	37,568 ^c ± 1,227
CA/MG	1,732 ^{abd} ± 0,099	66,522 ^d ± 1,819
JA/SP	Nd ^d	15,672 ^a ± 2,169
PT/PE	13,155 ^e ± 2,219	57,217 ^c ± 4,461
BG/RS	5,872 ^c ± 0,884	24,819 ^b ± 2,239

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

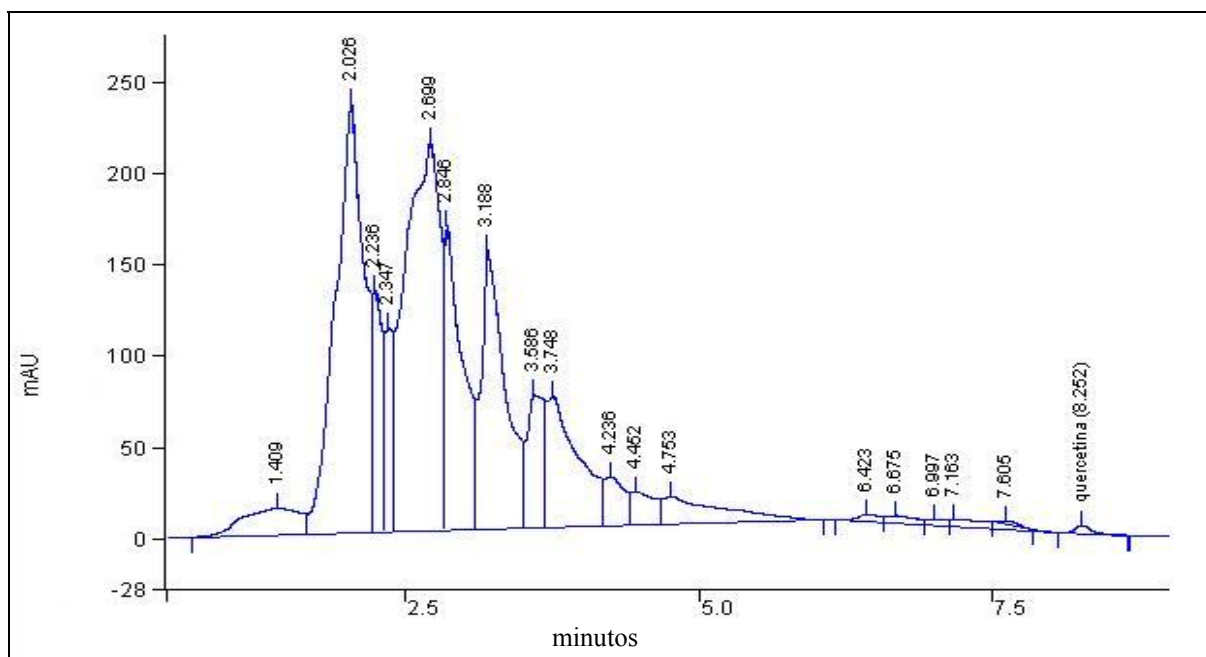


Figura 2. Cromatograma de quercetina em amostra de vinho Cabernet Sauvignon, safra 2004, referente à região de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil.

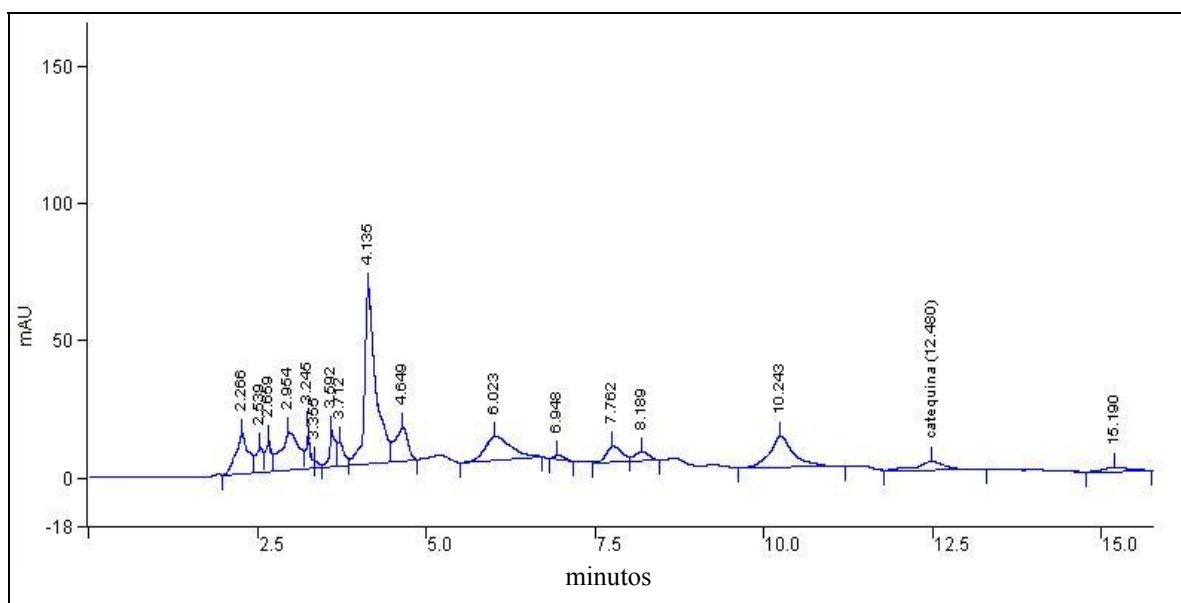


Figura 3. Cromatograma de catequina, em amostra de vinho Cabernet Sauvignon, safra 2004, referente à região de Bento Gonçalves, Rio Grande do Sul, Brasil.

Os teores de malvidina-3-glicosídeo nas amostras analisadas neste estudo demonstram a grande variação que pode ocorrer com a concentração deste flavonóide nos vinhos tintos produzidos com a uva Cabernet Sauvignon. Na amostras provenientes da região CA/MG foi

detectado 26,595 mg/L de malvidina-3-glicosídeo em sua composição, enquanto nas provenientes de PT/PE a concentração média foi de 211,356 mg/L (Tab. IV e Fig 4). HOWARD *et al.* (2002) analisaram amostras de vinhos de Israel e os teores médios de malvidina-3-glicosídeo encontrados foram de 15 mg/L. Nas amostras dos vinhos franceses essa concentração foi de 7 mg/L. Em vinhos sul africanos, VILLIER *et al.* (2004) encontraram concentração média de malvidina-3-glicosídeo de 35,0 mg/L. Em vinhos da Hungria, safras de 1996 a 2003, NIKFARDJAM *et al.* (2005), encontraram concentração de malvidina-3-glicosídeo de 565 ± 375 mg/L. Esse resultado demonstra a grande variação de concentração do pigmento, que pode ocorrer entre a mesma variedade de vinho, porém, neste caso, de diversas safras. REVILLA *et al.* (2001), quantificaram diferentes antocianinas em vinhos da Espanha, safra 1999, produzidos por microvinificação, e o teor médio de malvidina-3-glicosídeo na variedade Cabernet Sauvignon foi de 55,85 mg/L. GONZÁLEZ-NEVES *et al.* (2004), avaliaram os conteúdos de polifenóis em vinhos do sul do Uruguai, safras 2001 e 2002, e o conteúdo de antocianinas (expresso em malvidina-3-glicosídeo) para os vinhos da variedade Cabernet Sauvignon foi de $348,7 \pm 79,0$ mg/L para as amostras de 2001 e $563,3 \pm 67,9$ mg/L para as amostras de 2002.

Tabela IV: Níveis de malvidina-3-glicosídeo em vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, produzidos em diferentes regiões brasileiras.

Origem das amostras	Valor mínimo (mg/L)	Valor máximo (mg/L)	Médias* (mg/L)
VDA/SC	27,832	35,321	$31,930^a \pm 2,407$
AD/SC	83,828	95,318	$89,338^b \pm 4,290$
SJ/SC	29,854	35,214	$31,970^a \pm 1,673$
BG/RS	126,512	156,380	$143,056^c \pm 12,386$
CA/MG	22,779	34,782	$26,595^a \pm 4,327$
PT/PE	179,561	240,514	$211,356^d \pm 20,773$
JA/SP	79,889	95,883	$85,938^b \pm 5,415$

* média de 5 repetições em triplicata. Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$). VDA/SC = Videira/Santa Catarina, SJ/SC = São Joaquim/Santa Catarina, AD/SC = Água Doce/Santa Catarina, CA/MG = Caldas/Minas Gerais, JA/SP = Jales/São Paulo, BG/RS = Bento Gonçalves/Rio Grande do Sul, PT/PE = Petrolina/Pernambuco.

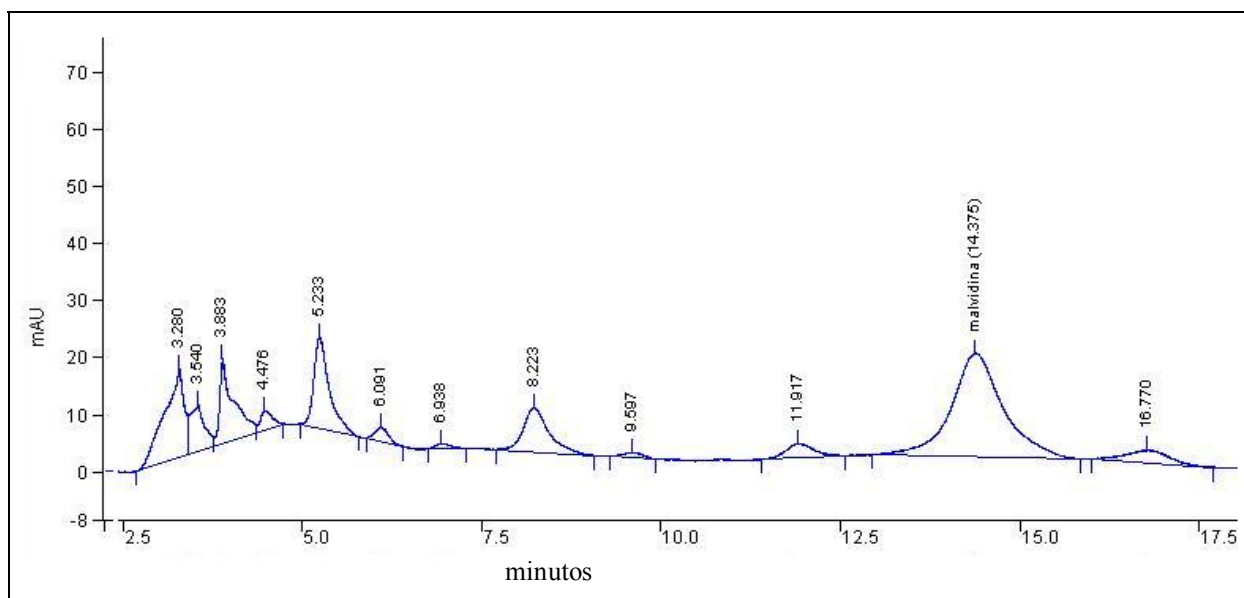


Figura 4. Cromatograma de malvidina-3-glicosídeo, em amostra de vinhos Cabernet Sauvignon, safra 2004, referente à região de Água Doce, Santa Catarina, Brasil.

CONCLUSÕES

As concentrações dos compostos polifenólicos presentes nas amostras de vinhos variaram de 929,92 mg/L a 2932,31 mg/L para polifenóis totais; 15,212 mg/L a 66,522 mg/L para catequina; nd (não detectado) a 13,155 mg/L para quercetina e 26,595 mg/L a 211,356 mg/L para malvidina-3-glicosídeo. Quanto à intensidade de cor (IC), as leituras de absorvância variaram de 8,163 a 9,538. Essas concentrações são variáveis dependendo de cada região, onde são observadas diferentes condições de solo, técnicas de vinificação, índice pluviométrico, latitude e altitude.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRITA, Maria João; RICARDO-DA-SILVA, Jorge; LAUREANO, Olga. **Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos**. I Seminário Internacional de Vitivinicultura, p.65-66, 2003.
- DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDES-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins and betalains – characteristics, biosynthesis, processing and stability. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.40, n.3, p.231-250, 2000.
- DELL'AGLI, Mario; BUSCIALA, Alessandra; BOSISIO, Enrica. Vascular effects of wine polyphenols. **Cardiovascular research**, v.63, p.593-602, 2004.
- GAMBELLI, L.; SANTORINI, G. P.; Polyphenols content in some Italian red wines of different geographical origins. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.17, p.613-618, 2004.
- GLORIES, Y. La couleur des vins rouges, 2^a partie mesure, origine et interpretation. **Connaissance Vigne Vin**, n.4, v.18, p.253-271, 1984.
- GONZÁLEZ-NEVES, G.; CHARAMELO, D.; BALADO, J.; BARREIRO, L.; BOCHICHIO, R.; GATTO, G.; GIL, G.; TESSORE, A.; CARBONNEAU, A.; MOUTOUNET, M. Phenolic potential of Tannat, Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. **Analytica Chimica Acta**, v.513, p.191-196, 2004.
- HOWARD, Alan; CHOPRA, Mridula; THURNHAM, David I.; STRAIN, John J.; FUHRMAN, Bianca; AVIRAM, Michael. Red wine consumption and inhibition of LDL oxidation: what are the important components? **Medical Hypotheses**, v.59, p.101-104, 2002.
- KIRALP, Senem; TOPPARE, Levent. Polyphenol content in selected Turkish wines, an alternative method of detection of phenolics. **Process Biochemistry**, 2005, in press.
- LÓPEZ, M.; MARTÍNEZ, F.; DEL VALLE, C.; ORTE, C.; MIRÓ, M. Analysis of phenolic constituents of biological interest in red wines by high-performance liquid chromatography. **Journal of Chromatography A**, v.922, p.359-363, 2001.
- MATEUS, N.; PROENÇA, S.; RIBEIRO, P.; MACHADO, J. M.; DE FREITAS, V. Grape and wine polyphenolic composition of red *Vitis vinifera* varieties concerning vineyard altitude. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.3, n.2, p.102-110, 2001.
- McDONALD, Morag S.; HUGHES, Mark; BURNS, Jennifer; LEAN, Michael, E. J.; MATTHEWS, David; CROZIER, Alan. Survey of the Free and Conjugated Myricetin and Quercetin Content of Red Wines of Different Geographical Origins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p. 369-375, 1998.
- MINUSSI, Rosana C.; ROSSI, Massimo; BOLOGNA, Luciano; CORDI, Livia; ROTILIO, Domenico; PASTORE, Gláucia M.; DURÁN, Nelson. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. **Food Chemistry**, v.82, p.409-416, 2003.

REVILLA, Eugenio; GARCIA-BENEYTEZ, Eva ; CABELLO, Félix; MARTÍN-ORTEGA, Guillermo; RYAN, José-Maria. Value of high-performance liquid chromatographic análisis of anthocyanins in the differentiation of red grape cultivars and red wines made from them. **Journal of Chromatography**, v.915, p.53-60, 2001.

REVILLA, Eugenio; RYAN, José-Maria. Analysis of several phenolic compounds with potential antioxidant properties in grape extracts and wines by high-performance liquid chromatography-photodiode array detection without sample preparation. **Journal of Chromatography A**, 881, p.461-469, 2000.

SANZA, M. Del Alamo; DOMINGUEZ, I. Nevares; CARCEL, L. M.; NAVAS, L. Garcia. Analysis for low molecular weight phenolic compounds in a red wine aged in oak chips. **Analytica Chimica Acta**, v.513, p.229-237, 2004.

TSANOVA-SAVOVA, Silvia; RIBAROVA, Fany. Free and conjugated myricetin, quercetin, and kaempferol in Bulgarian red wines. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.15, p.639-645, 2002.

CONCLUSÕES

A caracterização dos vinhos Cabernet Sauvignon de diferentes regiões do Brasil, quanto à concentração de ácidos orgânicos, compostos fenólicos e intensidade de cor, mostrou que houve diferenças estatísticas significativas entre as amostras, o que evidencia que as condições de solo, clima, índice pluviométrico e técnicas de vinificação influenciam nas características dos mesmos.

Estes resultados são de grande interesse para avaliar o potencial enológico das diferentes regiões brasileiras, referentes aos vinhos Cabernet Sauvignon.