

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Emprego da maceração a frio na extração e estabilização de
compostos fenólicos em vinhos de Syrah cultivada em ciclo de
outono-inverno**

Marite Carlin Dal’Osto

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Ciências e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2012**

Marite Carlin Dal'Osto
Tecnóloga em Viticultura e Enologia

**Emprego da maceração a frio na extração e estabilização de compostos
fenólicos em vinhos de Syrah cultivada em ciclo de outono-inverno**

Orientadora:
Dra. **RENATA VIEIRA DA MOTA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência
e Tecnologia de Alimentos

Piracicaba
2012

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Dal'Osto, Marite Carlin

Emprego da maceração a frio na extração e estabilização de compostos fenólicos em vinhos de Syrah cultivada em ciclo de outono-inverno / Marite Carlin Dal'Osto . - - Piracicaba, 2012.

91 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2012.

1. Antocianinas 2. Compostos aromáticos 3. Compostos fenólicos 4. Maceração
5. Taninos 6. Vinho I. Título

CDD 663.2
D148e

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

DEDICATÓRIA

A meu pai e minha mãe, pelo exemplo de vida e família, meu alicerce.

A meu marido Márcio, pelo carinho, companheirismo e compreensão.

E ao meu amado filho Miguel, por trazer sentido à minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por me abençoar todos os dias com novas possibilidades.

Agradeço a minha orientadora Dra. Renata Vieira da Mota, pela amizade, constante ajuda, dedicação, paciência e compreensão pelos inúmeros imprevistos. Minha admiração, respeito e carinho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) por toda infraestrutura cedida para a realização deste trabalho.

Aos colegas da Vinícola Experimental da EPAMIG, Achson e Elder pela dedicação, pelas horas extras, muitas remontagens, várias retiradas de amostra, sempre dispostos a ajudar e com um “sim” para qualquer tarefa e momento, eu não conseguiria sem vocês.

Aos amigos Marcos Arruda e Murillo, pela doação da uva usada neste experimento e pelo enorme apoio ao meu trabalho.

A todos os bolsistas que passaram pelo laboratório enquanto eu trabalhava neste projeto e que dispensaram um pouquinho da sua dedicação, auxiliando-me com as análises, Camila Pinheiro, Camila Gimenes, Marília, André e especialmente a vovó Isa, pela ajuda com as análises, mas principalmente pelo carinho e pela doação. Você é minha mãe mineira.

A Bárbara, Cláudia, Nete e Néia pela amizade.

Aos demais colegas da EPAMIG Uva e Vinho, obrigada pelas palavras de incentivo e pela amizade, especialmente a Margaretti por se preocupar sempre comigo e por estar sempre na torcida, você está no meu coração.

Aos professores, funcionários e colegas da Pós-Graduação do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, em especial ao Prof. André Ricardo Alcarde, pela oportunidade e por ser um “facilitador”, deviam existir mais pessoas como você, que realmente nos apontam soluções.

Ao Prof. Eduardo Purgatto, à pós-graduanda Helena e à equipe do laboratório de Química, Bioquímica e Biologia Molecular de Alimentos de Origem Vegetal da USP, por prontamente se disponibilizarem a ajudar com as análises de aromas.

Aos enólogos e enófilos, Cristian, Marcela, Jair e Marcio Verrone, que se dispuseram a sair do conforto das suas casas e viajar até Caldas (MG) para fazer parte do painel de degustação para este trabalho. Obrigada pela amizade, esforço e dedicação.

Às mais novas amigas de infância, Ana e Vanda, seria impossível concluir este trabalho sem vocês. Obrigada pela ajuda, dedicação, amizade, compras, papos, mas principalmente obrigada por serem estas meninas maravilhosas, verdadeiras e tão especiais. Vocês foram meu “bônus” do mestrado, levarei vocês sempre no meu coração.

EPIGRAFE

"No vinho estão a verdade, a vida e a morte.
No vinho estão a aurora e o crepúsculo,
a juventude e a transitoriedade.
No vinho está o movimento pendular do tempo.
No vinho se espelha a vida".

Roland Betsch

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 DESENVOLVIMENTO	19
2.1 Revisão Bibliográfica.....	19
2.1.1 Cultivo da videira no sudeste brasileiro.....	19
2.1.2 Cultivar Syrah.....	21
2.1.3 Composição química da uva e do vinho.....	21
2.1.3.1 Compostos aromáticos.....	23
2.1.3.2 Composição fenólica	26
2.1.4 Vinificação em tinto	31
2.1.5 Maceração.....	33
2.1.6 Maceração a frio.....	35
2.1.7 Análise sensorial	36
2.2 Material e Métodos.....	39
2.2.1 Matéria-prima	39
2.2.2 Vinificação	40
2.2.3 Amostragem	41
2.2.4 Acompanhamento analítico de rotina	42
2.2.5 Índices de cor	42
2.2.6 Polifenóis totais	43
2.2.7 Antocianinas totais	43
2.2.8 Fenólicos totais	43
2.2.9 Índice de pigmentos polimerizados	44
2.2.10 Compostos de aroma	44
2.2.11 Análise sensorial	45
2.2.12 Análise estatística.....	45
2.3 Resultados e Discussão.....	47
2.3.1 Composição fenólica das bagas.....	47
2.3.2 Composição química do mosto	48
2.3.3 Composição fenólica durante a vinificação	48
2.3.3.1 Polifenóis totais (I 280 nm).....	48

2.3.3.2 Antocianinas totais.....	50
2.3.3.3 Intensidade e tonalidade de cor.....	51
2.3.3.4 Fenólicos totais e flavanóis (taninos).....	54
2.3.3.5 Índice de pigmentos polimerizados.....	56
2.3.4 Composição fenólica durante o envelhecimento.....	57
2.3.4.1 Polifenóis totais.....	57
2.3.4.2 Antocianinas totais.....	58
2.3.4.3 Cor do vinho.....	59
2.3.4.4 Compostos fenólicos totais e flavanóis.....	61
2.3.4.5 Pigmentos polimerizados.....	63
2.3.4.6 Compostos de aromas.....	64
2.3.5 Análise sensorial.....	65
3 CONCLUSÕES.....	75
REFERÊNCIAS.....	77
ANEXOS.....	87

RESUMO

Emprego da maceração a frio na extração e estabilização de compostos fenólicos em vinhos de Syrah cultivada em ciclo de outono-inverno

Na busca por vinhos tintos de grande cor, aroma, corpo e identidade, enólogos forçam a extração dos compostos fenólicos durante a maceração. Nesta etapa, que ocorre durante a fermentação do mosto, estes compostos são extraídos da casca e sementes e modificados em sua estrutura à formas mais estáveis ao longo do tempo. Fatores como sistema de encubagem e remontagem do mosto, tempo de contato entre o mosto e as partes sólidas da baga, e a temperatura são críticos neste processo. A alteração do ciclo da videira para colheita no período de inverno na região sudeste do Brasil permitiu avanço na maturação fenólica das bagas. As uvas colhidas neste período apresentam potencial para a elaboração de vinhos de guarda, entretanto faltam estudos para estabelecer as melhores técnicas de vinificação para este novo ciclo de produção. Este trabalho teve como objetivo avaliar o emprego de baixas temperaturas na extração e estabilidade de antocianinas, taninos e do precursor de aroma acetato de isoamila. Uvas da variedade Syrah colhidas no inverno foram submetidas a vinificação com maceração pré-fermentativa a frio (5 - 8°C) e posterior fermentação alcoólica na presença das cascas a baixa temperatura (15 °C), e também pelo método tradicional (maceração e fermentação alcoólica entre 20 e 23°C). Teores de polifenóis totais, antocianinas, intensidade e tonalidade de cor, compostos fenólicos, flavanóis, índice de pigmentos polimerizados e acetato de isoamila foram avaliados durante a maceração e nas etapas de fermentação malolática, engarrafamento e envelhecimento em garrafa. Os vinhos com 14 meses de envelhecimento foram submetidos a um painel sensorial. O método de maceração tradicional permitiu maior extração de antocianinas e, conseqüentemente, maior intensidade de cor. Entretanto, o emprego do frio preservou os tons azuis (OD 620%) durante o envelhecimento, o que indica menor oxidação do vinho. A concentração de compostos fenólicos também foi maior na maceração tradicional. O vinho submetido ao frio apresentou maior índice de pigmentos polimerizados e maior preservação de tons vermelhos e compostos fenólicos totais durante o envelhecimento, além de menores teores de acetato de isoamila. Não houve diferença estatística entre os descritores apresentados na análise sensorial; entretanto, a média do parâmetro de 'preferência global' foi maior no método tradicional. Os resultados indicam potencial de preservação dos compostos fenólicos pelo uso do tratamento a frio, entretanto outras técnicas devem ser avaliadas para melhorar a extração desses compostos em uvas colhidas no inverno.

Palavras-chave: Dupla-poda; Antocianinas; Taninos; Vinho de guarda

ABSTRACT

Influence of cold maceration technique on extraction and stabilization of phenolic compounds in Syrah wines from grapevines cultivated in autumn-winter cycle

In an attempt to elaborate red wines of great color, aroma, body and identity, winemakers overextract phenolic compounds at maceration. At this step, which occurs during must fermentation, grape solids are extracted from skins and seeds and their structure are modified to more stable forms over time. Factors such as types of maceration, pumping-over, maceration time and temperature are critical in this red winemaking step. The modification of grapevine cycle in the southeastern region of Brazil to harvest grapes in the winter season has improved phenolic ripeness of the berries. Grapes harvested at this period have potential to ageing, however there are few studies to establish the best winemaking techniques for these berries. This study aimed to evaluate the use of low temperature in the extraction and stability of anthocyanins, tannins and flavor precursor isoamyl acetate. Syrah grapes harvested in winter season were processed with pre-fermentative cold maceration (5 - 8 °C) and then allowed to start alcoholic fermentation in the presence of pomace at low temperature (15 °C), and also processed by the conventional method (maceration and alcoholic fermentation between 20 and 23°C). Total polyphenols, anthocyanins, intensity and color hue, phenolic compounds, flavanols, polymerized pigments index and isoamyl acetate were evaluated during maceration, malolactic fermentation, bottling and bottle ageing steps. Wines aged in bottles for 14 months were subjected to a sensory panel. The conventional method allowed more anthocyanins extraction and consequently resulted in wines with more color intensity. However, the use of cold temperatures preserved the blue component (OD 620%) during ageing, which indicates less wine oxidation. The concentration of phenolic compounds was also higher in wines from the conventional method. Cold macerated wines showed higher polymerized pigments index and preservation of the red component of color and total phenolic compounds during ageing, and lower levels of isoamyl acetate. There was no statistical difference among sensory descriptors presented in the sensorial analysis; however, the parameter of 'overall preference' was higher scored for the conventional method. Results showed potential for phenolic compounds stabilization by the use of cold treatment, but other techniques should be evaluated to improve the extraction of these compounds in grapes harvested in winter season.

Keywords: Double pruning; Anthocyanins; Tannins; Aged wines

1 INTRODUÇÃO

O mercado atual de vinho tinto de alta qualidade demanda produtos de grande intensidade de cor, aromas em que predominem as características da uva sobre o aporte da barrica de carvalho e uma alta concentração tânica, mas que não seja excessivamente adstringente, além da expressão da identidade, ou seja, que caracterize a região onde a uva foi cultivada. Este tipo de vinho não é fácil de ser elaborado e requer que a matéria prima, a uva, apresente adequados níveis de maturação.

A determinação do ponto de colheita, entretanto, normalmente é realizada pelo acompanhamento da maturação tecnológica (acréscimo no teor de açúcares e redução da acidez), não sendo observados o amadurecimento da casca ou sementes. Na busca por aporte de cor, aroma, corpo e identidade, enólogos forçam a extração dos compostos fenólicos durante a maceração, originando vinhos extremamente adstringentes. Este problema tenderá a crescer nos próximos anos, visto que o aquecimento global acelera a produção de açúcares nas bagas (FERNÁNDEZ, 2006).

Ante a demanda por vinhos de melhor qualidade, há um grande interesse na realização de estudos sobre os compostos fenólicos, principais responsáveis por estas características. Por isso, entre as principais linhas de pesquisa enológica de âmbito internacional se encontram: o estudo da evolução do conteúdo polifenólico da uva durante a maturação; a busca de métodos analíticos rápidos que permitam sua determinação na entrada da vinícola e a otimização de técnicas enológicas para melhorar sua extração (MARTÍNEZ; LOPEZ; SANTAMARÍA, 2010).

A composição polifenólica do vinho está condicionada à qualidade da uva e ao método de vinificação. A qualidade da uva depende de fatores como variedade, solo, clima, práticas culturais, estado sanitário e grau de maturação, enquanto a maquinaria de elaboração e prensagem, maceração, tratamentos, estabilização e envelhecimento são determinantes na vinificação.

Atualmente, o processo evolutivo de melhoria da qualidade dos vinhos nacionais busca avanços na maturação das bagas pela expansão dos vinhedos em novas regiões produtoras, com adequação de cultivares e implantação de novas técnicas de manejo (CAMARGO; TONIETTO; HOFFMANN, 2011), e determinação de indicação geográfica (TONIETTO, 2007; MIELE; RIZZON; ZANUS, 2010). Estudo

desenvolvido por Conceição e Tonietto (2005) indicou grande potencial da região norte de Minas Gerais para a elaboração de vinhos finos. Os autores utilizaram a metodologia de Sistema de Classificação Climática Multicritério Geovítica e verificaram que a região apresenta condições favoráveis à maturação das bagas no período de outono-inverno.

Amorim, Favero e Regina (2005) observaram que é possível imprimir um segundo ciclo anual vegetativo e produtivo da videira nas condições climáticas do sul de Minas Gerais para alterar o período de colheita para os meses mais secos do ano, com bons índices de produção e sem necessidade de irrigação. Estudos posteriores indicaram que a alteração do ciclo da videira para a época de outono/inverno permite avanço na maturação fenólica das bagas com potencial para elaboração de vinhos finos de qualidade (FAVERO et al., 2008, 2011; MOTA et al., 2010; REGINA et al., 2011).

A definição de um novo *terroir* vitícola e a determinação da identidade regional de um vinho, entretanto, dependem do estabelecimento de técnicas enológicas capazes de aproveitar todo o potencial vitícola da uva.

A maceração desempenha um papel fundamental durante a fermentação alcoólica nas vinificações em tinto. Durante esta etapa, os compostos fenólicos localizados nas partes sólidas da baga são extraídos e modificados na sua estrutura à formas mais estáveis ao longo do tempo. Fatores como sistema de encubagem e remontagem do mosto, o tempo de contato entre o mosto e as cascas e sementes, e a temperatura são críticos neste processo (MARTÍNEZ; LOPEZ; SANTAMARÍA, 2010).

Estudos indicam que o emprego da maceração pré-fermentativa a frio melhora a extração dos pigmentos, taninos e aromas da casca para o vinho. Baixas temperaturas aumentam a extração e estabilização dos compostos polifenólicos (antocianinas e taninos de baixo peso molecular) na ausência de etanol e diminuem a intensidade de extração durante o processo fermentativo, reduzindo a retirada de taninos adstringentes das sementes. Resultados contraditórios, entretanto, relatam que a maceração a frio depende da variedade, safra, temperatura e tempo de contato com a casca (GIL-MUÑOZ et al., 2009; ÁLVAREZ et al., 2006).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o emprego de baixas temperaturas na extração e estabilidade de antocianinas, taninos e do precursor de aroma acetato de isoamila com o intuito de melhorar o aproveitamento do potencial qualitativo de uvas

Syrah, cultivadas em ciclo de outono-inverno na região cafeeira do sul de Minas Gerais, para a elaboração de vinho fino tinto de guarda.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Cultivo da videira no sudeste brasileiro

A vitivinicultura nacional é uma atividade consolidada, com uma área em torno de 84 mil hectares e produção estimada em 526.888.818 quilos de uva, sendo 321.410.392 quilos destinados ao processamento e 205.478.426 quilos ao consumo *in natura* (UVIBRA, 2012). A atividade vitivinícola desempenha um forte papel sócio econômico nos principais estados produtores: Rio Grande do Sul, São Paulo, Paraná, Pernambuco, Santa Catarina, Bahia e Minas Gerais. A vitivinicultura mineira é constituída por dois pólos vitícolas tradicionais: um ao norte de Minas Gerais (Pirapora), bastante tecnificado e destinado à produção de uvas para mesa durante todo o ano, e outro ao sul do Estado (Caldas e Andradas), tendo apenas um ciclo anual de produção e constituído basicamente por pequenos vinhedos e vinícolas de médio e pequeno porte.

Tradicionalmente, a atividade vinícola em Minas Gerais concentra-se na produção de vinhos de mesa, originados de variedades americanas como 'Jacquez', 'Folha de Figo' e 'Niágara Branca'. A produção de vinhos finos a partir de variedades européias ainda é incipiente no Estado. A demanda por este tipo de produto, entretanto, é grande. Estudo realizado pela Companhia Nacional de Abastecimento - CONAB (2011) projetou uma comercialização anual de mais de 20 milhões de litros de vinhos finos. O potencial de mercado, aliado ao fato de Minas Gerais importar 70% dos vinhos que consome, indicam o setor vinícola como uma atividade econômica promissora para o agronegócio mineiro.

Assim como ocorre em boa parte das regiões vitícolas do sul e sudeste, a fase de maturação e colheita da uva no sul de Minas coincide com o período de elevada intensidade pluviométrica com efeitos negativos sobre a qualidade e sanidade das uvas (SILVA, 1998). A ocorrência de chuvas durante a fase de desenvolvimento das bagas, além de favorecer a incidência de doenças fúngicas, provoca atraso na maturação das uvas, redução da cor, elevação do pH e acidez do mosto com consequente redução do potencial qualitativo dos vinhos (JACKSON; LOMBARD, 1993).

Estudo desenvolvido por Conceição e Tonietto (2005) indicou condições climáticas favoráveis para a elaboração de vinhos finos na região norte de Minas

Gerais no período de outono-inverno. Amorim, Favero e Regina (2005) verificaram que é viável a alteração do ciclo da videira Syrah para maturação das bagas nos meses mais secos do ano pela técnica da dupla poda, prática corrente no manejo de variedades de mesa em regiões tropicais.

A técnica da dupla-poda (Figura 1), consiste em podar a planta em agosto para formação de ramos e retirar toda a produção proveniente desta brotação. Em janeiro do ano seguinte, após a lignificação completa dos ramos, efetua-se a poda de produção, que formará os ramos produtivos. A colheita ocorre aproximadamente 160 dias após a poda, em pleno inverno, em condições de clima favorável para a maturação completa do fruto (AMORIM; FAVERO; REGINA, 2005).

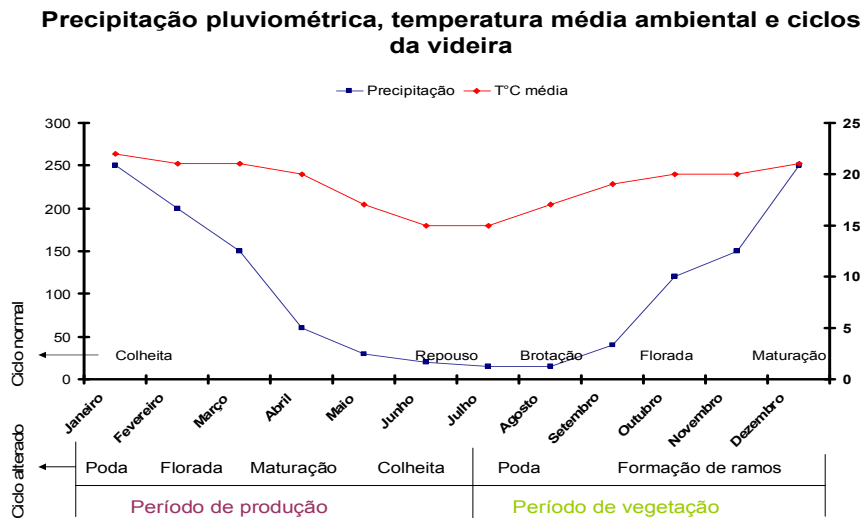


Figura 1 – Evolução da temperatura média do ar, precipitação pluviométrica e ciclo da videira submetida ao manejo de dupla poda em Três Corações (MG) (REGINA et al., 2006)

Além do ganho significativo na qualidade das bagas, o emprego desta técnica constitui uma prática de manejo sustentável do vinhedo, pois apresenta a vantagem de reduzir a aplicação de fungicidas em função da diminuição da incidência de doenças, conforme foi demonstrado por Favero et al. (2008).

Além da adaptação da cultivar Syrah em Três Corações (FAVERO et al., 2011), a técnica da dupla poda foi empregada com sucesso para as cultivares Pinot Noir, Tempranillo, Merlot, Cabernet Sauvignon, Syrah, Chardonnay e Sauvignon Blanc em Cordislândia, região cafeeira do sul de Minas Gerais (MOTA et al., 2010), Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Merlot e Syrah em Pirapora, região de cerrado mineiro (MOTA et al., 2011), Syrah, Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc, Pinot Noir,

Sauvignon Blanc e Chardonnay no nordeste do estado de São Paulo (REGINA et al., 2011). Em todos os casos, as plantas apresentaram bons índices de produtividade e frutos com maiores teores de pH, sólidos solúveis, açúcares, antocianinas e fenólicos totais, maior sanidade e redução no tamanho das bagas na safra de inverno em relação à safra de verão.

2.1.2 Cultivar Syrah

Syrah ou Shiraz (*Vitis vinifera* L.) é originária do Vale do rio Rhône, na França. Trata-se de uma cultivar muito vigorosa, produtiva, respondendo bem a poda curta em regiões quentes. Possui um curto período de maturação e revela-se bastante sensível à podridão no final da maturação. Na França é a principal cultivar das denominações de origem Côtes Rôtie, Hermitage e Tain Hermitage (ENTAV, 1995).

Foi disseminada para outras partes do mundo após 1970. Cresce bem em inúmeras áreas, produz vinhos complexos e distintos, escuros, alcoólicos e com aromas e sabores de especiarias (ALBERT, 2012).

No Brasil, praticamente não é cultivada no Rio Grande do Sul por apresentar desenvolvimento irregular e grande sensibilidade a podridão nos cachos (FAVERO, 2007). No Vale do Submédio São Francisco a Syrah é a principal uva tinta para vinho cultivada na região (ORLANDO et al., 2008).

Em Minas Gerais, foi introduzida pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG em 1996, e tem demonstrado boa adaptação à alteração de safra. Segundo Carbonneau (2010) Syrah, Cabernet Franc e Sauvignon blanc mostraram excelentes resultados na região cafeeira do estado. Os vinhos são caracterizados por um grande frescor e acidez excelente. O autor declara em seu artigo que "O mundo vitícola em breve falará certamente dos *terroirs* de altitude de Minas Gerais e de seus vinhos de inverno, paradoxo de frescor em um mundo tropical".

2.1.3 Composição química da uva e do vinho

A uva e o vinho são meios aquosos compostos por moléculas quantitativamente majoritárias como os açúcares (20 a 25% do peso da baga) ou o etanol (10 a 15% do volume do vinho) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2002).

Os carboidratos englobam uma série de constituintes da uva e do vinho, entre eles os açúcares fermentáveis (glicose e frutose), além de uma pequena quantidade

de sacarose e de algumas pentoses como a arabinose (FLANZY, 2000). Nas videiras, a sacarose produzida como resultado da fotossíntese nas folhas é transportada via floema às bagas, onde sofre quebra pela ação da invertase e libera glicose e frutose. O acúmulo de glicose e frutose inicia na fase de mudança de cor das bagas e prossegue durante todo o amadurecimento (CONDE et al., 2007).

Os açúcares presentes na uva não são somente responsáveis pela formação do álcool; também constituem um mecanismo de defesa contra fungos quando associado a proteínas patógeno-resistentes; pode atuar como sinais regulatórios na expressão gênica; associam-se covalentemente às antocianidinas, além de participarem na formação de compostos voláteis (CONDE et al., 2007).

A uva e o vinho possuem também grupos de substâncias com forte incidência organoléptica como os polifenóis, os aromas e os compostos nitrogenados (em menor quantidade), os quais participam significativamente da caracterização da região produtora e do vinho (FLANZY, 2000).

Os ácidos orgânicos, os minerais, as vitaminas e os lipídios intervêm de maneira determinante no equilíbrio gustativo, aromático e nutritivo da fruta e das bebidas derivadas. Estes compostos têm forte influência sobre as reações químicas, físico químicas e bioquímicas que ocorrem durante a maturação da uva, na elaboração e na evolução do vinho. (CABANIS; LARROQUE, 1994).

Os elementos minerais encontrados nas uvas e nos vinhos são absorvidos do solo através do sistema radicular da videira. Encontram-se, principalmente, nas cascas, sementes e parede celular da polpa. Segundo Rizzon (2005), os cátions dos vinhos representam uma parte das cinzas e contribuem na caracterização em função da origem geográfica.

A implementação de certas tecnologias, como a maceração da casca em vinhos brancos, ou macerações prolongadas em tintos, favorecem a dissolução de sais minerais e orgânicos presentes nas partes sólidas da uva (casca e sementes). Já as técnicas de estabilização (precipitação tartárica) causam um empobrecimento em potássio e cálcio e, conseqüentemente, redução do extrato seco e cinzas do vinho (RIBÉREAU-GAYON et al., 2002)

Os principais macroelementos encontrados nos vinhos são potássio, cálcio e magnésio. O potássio representa quase 50% do total das substâncias minerais presentes na uva. É encontrado principalmente nas cascas, por isso sua passagem ao vinho depende da maceração. Os microelementos como sódio, manganês, ferro,

cobre, zinco, lítio e rubídio são encontrados em pequenas quantidades, sendo que a presença destes nos vinhos deve-se à uva ou às contaminações do solo, aplicação de fungicidas, produtos enológicos ou contato com materiais e equipamentos utilizados na vinificação (RIZZON, 2005).

O vinho contém uma mistura complexa de ácidos orgânicos, sendo os mais importantes tartárico, málico e cítrico provenientes das bagas. O ácido succínico é formado durante a fermentação alcoólica e o ácido láctico, de origem bacteriana, é resultado da transformação do ácido málico durante a fermentação malolática (USSEGLIO-TOMASSET, 1991). A acidez do mosto e do vinho pode ser avaliada através da determinação do pH, da acidez total e da concentração individual dos ácidos orgânicos (RIZZON; ZANUS; MIELE, 1998).

A cor, o aspecto sensorial e a estabilidade biológica do vinho estão condicionados a acidez. A diminuição da acidez em um vinho se traduz em falta de brilho, de aromas e aspecto gustativo “chato”, além de se tornar um meio frágil do ponto de vista microbiológico (FLANZY, 2000).

Mota et al. (2009) avaliaram o perfil analítico dos vinhos de Syrah de safras de verão e inverno produzidos na região cafeeira de Minas Gerais. Os vinhos de inverno apresentaram valores superiores de pH, polifenóis totais, intensidade de cor, antocianinas, fenólicos totais e álcool. Entretanto, o cultivo em estação seca e o elevado pH do mosto contribuíram para um aumento no teor de aminas bioativas.

2.1.3.1 Compostos aromáticos

Os aromas compreendem numerosos compostos pertencentes a diversas famílias químicas, presentes em concentrações muito baixas. Os terpenos são muito difundidos no reino vegetal e destes, os compostos com interesse aromático são os monoterpenos (10 átomos de carbono) e os sesquiterpenos (15 átomos de carbono), que conferem odores florais (BLOUIN; GUIMBERTEAU, 2000).

Os precursores aromáticos aumentam no decorrer da maturação sendo o seu acúmulo influenciado por fatores ambientais. Estudo realizado em parreirais submetidos a diferentes temperaturas indicou que as bagas provenientes do lado mais frio apresentaram aumento mais lento no teor de terpenos voláteis, porém a concentração na colheita foi maior, o que refletiu na elaboração de vinhos com maior nota aromática (PIÑEIRO et al., 2006). Alguns compostos como metoxipirazinas

podem atingir níveis indesejavelmente elevados em regiões frias, principalmente sob condições de sombreamento (JACKSON; LOMBARD, 1993).

Os monoterpenos livres e ligados estão presentes em toda a baga, porém são mais abundantes na casca. A proporção entre os compostos livres e ligados depende da cultivar (Tabela 1).

Tabela 1 - Teores ($\mu\text{g L}^{-1}$) das formas livres e ligadas dos monoterpenos em uvas não Moscatéis no momento da colheita

Cultivar	Livres	Ligados
Riesling	73	262
Sauvignon blanc	5	107
Sémillon	17	91
Chardonnay	41	12
Cabernet Sauvignon	0	13
Syrah	13	65

Fonte: Blouin e Guimberteau (2000)

Os monoterpenos ligam-se principalmente aos açúcares (glicose, arabinose, ramnose) em uma forma inodora. Todas as variedades de uva contêm tais glicosídeos, entretanto as Moscatéis são mais ricas nestes compostos. A porção aromática é liberada por ação enzimática, entretanto, a ação das enzimas e o desenvolvimento do aroma são limitados pelo pH do mosto, pelo fato dos monoterpenos ligados não serem hidrolisáveis e, durante a vinificação, ações como a clarificação por decantação ou filtração, reduzem a atividade enzimática (BLOUIN; GUIMBERTEAU, 2000).

Segundo Bayonove et al (1998), os constituintes de aroma do vinho podem ser classificados segundo sua origem durante o processamento, em:

1. **Constituintes varietais:** dependem principalmente da variedade, mas também de fatores fitossanitários, edafoclimáticos e de condução do vinhedo. Na maioria das cultivares viníferas, geralmente pouco aromáticas, estes constituintes são principalmente precursores aromáticos, como ácidos graxos, glicosídeos, carotenóides e compostos fenólicos.

2. **Constituintes pré-fermentativos:** formados durante as etapas que vão desde a colheita até o início da fermentação alcoólica. São essencialmente compostos de seis átomos de carbono, liberados por ação enzimática sobre certos lipídios.

3. **Constituintes fermentativos:** formados por leveduras durante a fermentação alcoólica e pelas bactérias lácticas na fermentação malolática. Quantitativamente, são muito mais abundantes e são considerados como os responsáveis pela nota vinosa, comum em todos os vinhos.

4. **Constituintes pós-fermentativos:** incluem todos os compostos voláteis que se formam durante a conservação do vinho, cuja duração pode chegar a décadas.

As metoxipirazinas, provenientes do catabolismo dos amino ácidos, são responsáveis pelos odores vegetais que lembram pimentão ou aspargo verdes. Dos diversos compostos existentes, o que apresenta interesse aromático nas bagas é o 2-metoxi-3-isobutilpirazina (IBMP). Os compostos de enxofre do tipo tiols ou mercaptanos foram inicialmente identificados como defeitos de aroma. Entretanto, estudos recentes indicam que moléculas como mercapto pentanona ou 4 MMP conferem odor frutado (BLOUIN; GUIMBERTEAU, 2000).

De acordo com Ebeler (2001), numerosos ésteres de acetato e etil ésteres de ácidos graxos contribuem com características de aromas frutados em vinhos. O acetato de isoamila é um éster que fornece ao vinho aroma frutado com notas descritoras de banana e apresenta síntese bioquímica diferenciada, formado a partir da ação de enzimas durante a maceração. Segundo Flanzky (2003), o acetato de isoamila pode ser considerado uma referência para aromas grosseiros, normalmente presente em vinhos de regiões quentes.

González (2009) estudou o efeito do álcool e de alguns compostos voláteis em mascarar a percepção de aromas, principalmente com características frutadas. O autor observou que o acetato de isoamila tem a capacidade de romper o efeito tampão destas substâncias, destacando-se dentre os demais compostos aromáticos.

A casca da uva é um reservatório de compostos aromáticos e polifenólicos. Entretanto, as condições ótimas de extração dos polifenóis normalmente prejudica a preservação dos aromas no vinho. A temperatura de maceração é fator determinante do perfil aromático dos vinhos; acima de 30°C ocorrem perdas de aromas de frutas frescas, enquanto em temperaturas inferiores a 25 °C os aromas frutados e fermentativos são bem preservados (VIDAL; VUCHOT, 2005).

A complexidade do aroma do vinho e a dificuldade de seu estudo devem-se a vários fatores envolvidos em todo o processo de vinificação, do qual fazem parte o metabolismo da baga influenciado pela variedade, solo, clima e práticas de cultivo;

os fenômenos bioquímicos pré-fermentativos, como as oxidações e hidrólises durante a extração do mosto e a maceração; o metabolismo fermentativo dos microorganismos no decorrer das fermentações alcoólica e malolática; e as reações químicas e/ou enzimáticas durante a conservação e envelhecimento do vinho na garrafa (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

Um dos aspectos mais desafiadores da enologia moderna é o aperfeiçoamento de tecnologias capazes de transferir o potencial qualitativo das bagas e preservá-lo nos vinhos até o momento da comercialização, com maior liberação de compostos aromáticos (GUERRA, 2003).

2.1.3.2 Composição fenólica

Os compostos fenólicos são importantes componentes do vinho por contribuírem com suas características sensoriais de cor, aroma, adstringência e “corpo” (estrutura- aporte em taninos), diretamente ou através de interações com proteínas, polissacarídeos ou outros compostos fenólicos. São também importantes na conservação de alimentos devido a seus efeitos bactericidas e são considerados elementos essenciais no envelhecimento (LEE; JAWORSKI, 1987 apud TORRES, 2002).

Os compostos fenólicos estão contidos principalmente nas cascas e sementes das uvas, sendo transferidos ao vinho durante a etapa de maceração. São moléculas que possuem um ciclo benzênico substituído por grupamento hidroxila (Figura 2) (LEE; JAWORSKI, 1987 apud TORRES, 2002).

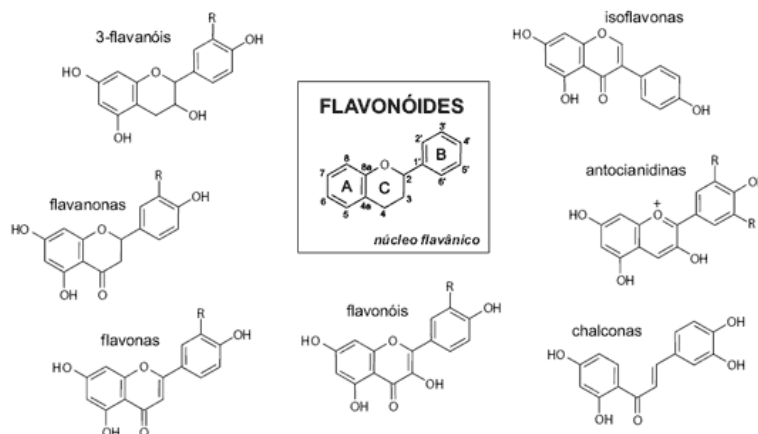


Figura 2 - Estruturas gerais dos principais flavonóides (MATEUS, 2009)

Classificam-se em:

- | | |
|-------------------------------|----------------|
| - Não flavonóis | - Flavonóis |
| • Derivados do ácido benzóico | • Flavonóis |
| • Derivados do ácido cinâmico | • Antocianinas |
| • Estilbenos (resveratrol) | • Flavanóis |
| | • Flavanonas |

Os principais polifenóis envolvidos na química dos vinhos são os pertencentes a classe das antocianinas (pigmentos vermelhos) e 3-flavanóis (taninos) (FLANZY, 2000).

Segundo Kennedy (2008), taninos e antocianinas são os mais importantes polifenóis nos vinhos tintos. Os taninos contribuem para o sabor em boca e também formam pigmentos polimerizados quando associados às antocianinas compondo os pigmentos estáveis necessários para que o vinho tinto dure por longos períodos.

A. Taninos

São flavanóis que existem nas uvas como monômeros, oligômeros e polímeros denominados proantocianidinas devido a capacidade de liberar antocianidinas vermelhas quando aquecidos em meio ácido. As complexas estruturas das proantocianidinas interagem e precipitam as proteínas envolvidas na percepção da adstringência e por isso são denominadas taninos (CHEYNIER; MOUTOUNET; SARNI-MACHADO, 2006). Os taninos participam da cor e do gosto. Conferem “corpo” ao vinho, além de serem diretamente responsáveis pelas sensações gustativas de adstringência e de amargor.

Os taninos são substâncias capazes de formar combinações estáveis com as proteínas e com outros polímeros vegetais tais como os polissacarídeos. A transformação da pele fresca ao couro resulta desta propriedade, tal como a adstringência, a formação de polímeros e a inibição enzimática. Em cada caso os taninos reagem com proteínas, colágeno para curtir o couro, glicoproteínas da saliva para a adstringência, cola protéica para a clarificação dos vinhos e fração protéica das enzimas (SIMÕES et al., 2001)

Quimicamente, os taninos são moléculas fenólicas relativamente volumosas, resultantes da polimerização de moléculas elementares de função fenol. Sua configuração espacial está relacionada com sua reatividade. Segundo a natureza

das moléculas elementares, diferenciam-se em taninos hidrolisáveis ou gálicos e taninos condensados ou catéquicos. Os taninos hidrolisáveis são naturais da uva, presentes na casca e sementes, enquanto os condensados são encontrados na madeira de carvalho. O tanino elágico, tanino condensado mais conhecido, apresenta fácil oxidação em meio hidroalcoólico e propriedades gustativas agradáveis, que são transferidas ao vinho durante seu envelhecimento em barricas de carvalho (BRUNETON, 1991).

Os taninos monômeros, dímeros e trímeros são substâncias incolores que, quando reagem com as antocianinas, formam substâncias coloridas quimicamente estáveis (RIBÉREAU-GAYON et al., 2002). Com a maturação e envelhecimento do vinho tinto, a cor evolui do vermelho vivo para um vermelho acastanhado, correspondendo a um decréscimo do teor em antocianinas monoméricas e a um incremento em pigmentos poliméricos, resultado da reação de condensação das antocianinas com as proantocianidinas (SOMERS, 1971; TIMBERLAKE; BRIDLE, 1976; SINGLETON; TROULADE, 1992; DALLAS; SILVA; LAUREANO, 1996a, 1996b; ESCRIBANO-BAILÓN et al., 1996; REMY et al., 2000).

B. Antocianinas

As antocianinas, do grego *anthos* (flor) e *kyanos* (azul), são pigmentos naturais responsáveis por uma grande variedade de cores no reino vegetal desde o laranja até o violeta, sendo responsáveis pelas cores de muitas flores e frutos (HARBORNE; GRAYER, 1988). Nas uvas, constituem os pigmentos vermelhos, localizados essencialmente na casca e excepcionalmente na polpa (variedades tintureiras). Sua estrutura básica (antocianidina) compreende dois ciclos benzênicos unidos por um heterociclo oxigenado, insaturado e catiônico, o cátion flavilium, que deriva do núcleo 2-fenil-benzopirílio (Figura 3).

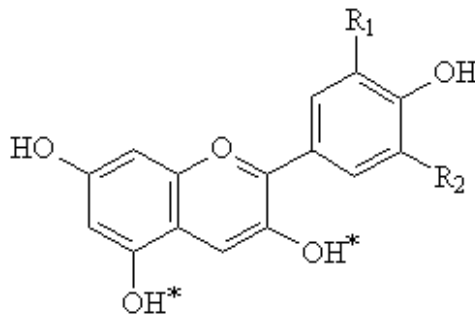


Figura 3 - Estrutura básica das antocianidinas (MALACRIDA; MOTTA, 2006)

Distinguem-se na uva e no vinho, segundo a substituição do núcleo lateral (posições R1 e R2), cinco antocianidinas (Quadro 1).

Quadro 1: Antocianidinas encontradas em uvas (KENNEDY, 2008)

R1	R2	Aglicona
OH	H	Cianidina
OCH ₃	H	Peonidina
OH	OH	Delfinidina
OH	OCH ₃	Petunidina
OCH ₃	OCH ₃	Malvidina

A malvidina é a molécula predominante em todas as variedades de uva, representando de 50 a 80% do total na uva madura. A cianidina representa 5 a 10%, delfinidina 10 a 20% e petunidina e peonidina aparecem em proporções semelhantes, entre 15 a 25% e 15 a 30%, respectivamente (GUERRA, 1998).

Antocianidinas livres são raramente encontradas em plantas, ocorrendo comumente na forma glicosilada com açúcares, que estabilizam a molécula. Glicose, ramnose, xilose, galactose, arabinose e frutose são os açúcares encontrados ligados às antocianidinas, ocorrendo como monoglicosídeos, diglicosídeos ou triglicosídeos. Muitas vezes, os açúcares das antocianinas podem estar acilados (esterificados com ácidos p-coumárico, cafeico ou acético) (MALACRIDA; MOTTA, 2006).

Nas uvas *Vitis viníferas* e nos vinhos correspondentes, só se identificam as antocianinas monoglicosídeas e as monoglicosídeas aciladas (RIBÉREAU-GAYON et al., 2002).

A quantidade e a composição das antocianinas presentes nas uvas variam com a espécie, variedade, maturidade, condições climáticas, cultivo e área de produção das mesmas. As condições de fermentação e envelhecimento do vinho como temperatura, tempo, adição de dióxido de enxofre (SO₂) e concentração de álcool, afetam a concentração das antocianinas no vinho, que contribuem com suas características organolépticas e químicas devido às interações com outros fenólicos, proteínas e polissacarídeos (TORRES, 2002).

Durante a maturação e envelhecimento, o vinho pode absorver oxigênio. A presença de oxigênio induz a transformação química das antocianinas e afeta a cor do vinho. Durante o envelhecimento de vinhos tintos, o conteúdo de antocianinas monoméricas decresce progressiva e irreversivelmente. Pigmentos poliméricos mais estáveis são formados, os quais são menos sensíveis a mudanças no pH e são mais

resistentes às descolorações por SO_2 . As formas poliméricas dos pigmentos somam cerca de 50% da densidade de cor do vinho durante o primeiro ano de envelhecimento, todavia esse valor aumenta até 85,5% em vinhos envelhecidos por dez anos (SOMERS; POCOOCK, 1986 apud TORRES, 2002). A malvidina é a mais estável entre as antocianinas, pois é a mais resistente à degradação oxidativa. A cianidina é a primeira a ser formada na rota bioquímica de formação das antocianinas e a que sofre maior degradação (GUERRA, 1998).

A cor nos vinhos tintos apresenta o espectro, por uma parte um máximo a 520 nm, devido as antocianinas e as suas combinações sob a forma flavilium, por outra parte um mínimo em 420 nm. A intensidade corante e a tonalidade, definidos por Sudraud (1958), fazem intervir exclusivamente a cor vermelha e a amarela, medidas a 520 nm e 420 nm respectivamente (RIBÉREAU-GAYON et al., 2002). Glories (1984) incluiu os tons azuis medidos a 620 nm na intensidade corante dos vinhos.

Basicamente existem três fenômenos que modificam o equilíbrio das antocianinas interferindo diretamente na intensidade de cor e na tonalidade dos vinhos tintos: a copigmentação, a existência de antocianinas oligoméricas e as combinações das antocianinas com os flavanóis. Dentre estas a mais importante é a copigmentação (RIBÉREAU-GAYON et al., 2002).

A copigmentação é considerada um dos principais mecanismos de estabilização da cor. Do ponto de vista organoléptico, é responsável por conferir maior qualidade aos vinhos tintos. Tem como princípio a forma plana das moléculas de antocianinas que podem formar associações mediante união do tipo fraca (interações hidrofóbicas ou do tipo Van der Waals) entre elas ou com outras moléculas denominadas copigmentos dando lugar a estruturas em forma de “sanduiche”. Estas estruturas geram um entorno hidrofóbico que, em caso de aumento do pH, impedem o acesso das moléculas de água ao cátion flavilium das antocianinas, protegendo-as da transformação em carbinol e, portanto, da descoloração (BOULTON, 2001).

Tanto o copigmento quanto a estrutura e a concentração das antocianinas são essenciais para descrever as mudanças de cor, sejam estas por mudanças na intensidade corante ou na tonalidade (BOULTON, 2001).

No processo de copigmentação intervém diversos copigmentos ou cofatores como os ácidos fenólicos, os derivados de flavonóis, flavonas, flavonoides, polissacarídeos e aminoácidos, assim como outras moléculas de antocianinas (TORSKANGERPOLL et al., 2005). Em vinhos jovens a copigmentação envolve

praticamente metade das antocianinas, protegendo-as frente a adição de bissulfito e das mudanças de pH. Em vinhos equilibrados, quando envelhecidos, a copigmentação protege as antocianinas da oxidação.

A estabilidade dos pigmentos também depende do aumento de temperatura. Temperaturas elevadas rompem as interações hidrofóbicas e, portanto, os copigmentos (BOULTON, 2000). As antocianinas desprotegidas absorvem umidade e passam para a forma carbinol com conseqüente descoloração. A copigmentação torna-se estável à medida que aumenta a concentração de etanol e diminui a concentração de água durante a fermentação (CANALS et al., 2005).

2.1.4 Vinificação em tinto

Pela definição legal, vinho é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto simples de uvas sãs, frescas e maduras (LEI Nº 7.678 DE 08/11/88, MAPA - BRASIL). Mas somente esta definição não garante a qualidade do produto, entretanto do ponto de vista técnico o clima, a variedade, o tipo de solo e as práticas culturais e enológicas são fatores determinantes na caracterização de um vinho de qualidade (JACKSON; LOMBARD, 1993). O conjunto destes fatores, denominado *terroir*, determina a identidade do vinho (TONIETTO, 2011). De todos os produtos alimentícios o vinho é, sem dúvida, o que possui a mais forte identidade como produto.

Para a elaboração de um vinho de qualidade, o vitivinicultor precisa explorar ao máximo todas estas características e tentar revelar “a alma” do vinho, todo o potencial enológico da uva sob uma ótica de qualidade organoléptica e de tipicidade (FLANZY, 2000).

O processo de vinificação começa com os controles de maturação em cada parcela do vinhedo. Este controle normalmente é realizado pelo acompanhamento dos teores de açúcares, acidez e pH. Entretanto, quando se produzem uvas para elaboração de vinhos de qualidade, a relação açúcar/acidez total não é suficiente para assegurar que a uva foi colhida no seu ponto de máximo potencial qualitativo.

Outros constituintes da baga são responsáveis pelo aspecto visual (cor), gustativo (amargor, adstringência, corpo) ou aromático. Nos vinhos tintos, os polifenóis constituem importante parâmetro a ser levado em conta. Assim, desenvolveu-se uma metodologia que permite avaliar o estado de maturação da uva tinta em função dos polifenóis em adição ao estudo do equilíbrio álcool

potencial/acidez. É a determinação da maturação fenólica, ou seja, método de acompanhamento da maturação da baga que compreende a determinação do potencial antociânico e tânico e a sua extratibilidade a partir do material vegetal (AUGUSTIN; GLORIES, 1992; GUERRA, 2002).

A degustação das bagas é realizada pelo exame visual e gustativo das cascas e sementes (CURVELO-GARCIA, 2005).

A maturação da uva não se desenvolve na baga de forma simultânea em todas as suas estruturas celulares e em anos de clima pouco favorável pode haver períodos diferentes entre a maturação da polpa, da casca e da semente. Normalmente, matura primeiro a polpa, depois a casca e por último a semente (CONDE et al., 2007). Por este motivo é imprescindível a degustação e avaliação da uva como fator determinante do momento certo da colheita.

O processo de vinificação começa com o desengace (separação da ráquis e das bagas) e a condução das bagas ao tanque de fermentação, onde ocorrem simultaneamente a maceração e a fermentação alcoólica (PEYNAUD, 1988).

A maceração é a etapa da vinificação onde existe o contato das partes sólidas com o líquido para a extração dos compostos de cor (antocianinas e taninos) e aroma (terpenos). Tradicionalmente, o processo de maceração em vinhos tintos com potencial para guarda ocorre a temperaturas que variam de 28 a 30°C (HIDALGO, 2003).

Durante o processo de fermentação alcoólica as leveduras consomem açúcares redutores e liberam no meio etanol, dióxido de carbono e em menor quantidade outros produtos como glicerol, ácidos orgânicos, álcoois superiores, ésteres, acetonas e compostos nitrogenados (BARRE; BLONDIN; DEQUIN, 2000).

O descube (remoção das cascas e sementes) é a operação que da continuidade à fermentação alcoólica, mas nem sempre coincide com o final desta. O momento do descube é definido em função do tipo de vinho a ser elaborado e da qualidade da uva (HIDALGO, 2003).

Após o término da fermentação alcoólica, é realizada a fermentação malolática, que é a transformação do ácido málico contido no vinho em ácido láctico. Este processo é realizado de maneira espontânea com a intervenção de bactérias lácticas existentes no mosto. A fermentação malolática proporciona a desacidificação biológica do vinho conferindo sensação organoléptica de maior suavidade e um aporte aromático (KALLITHRAKA; BAKKER; CLIFFORD, 1997). Nesta etapa há

formação de certa quantidade de borra que deve ser removida por decantação e/ou filtração.

Vinhos com estrutura para envelhecimento são trasfegados para barricas de carvalho com a finalidade de aumentar o teor de compostos fenólicos, principalmente taninos da madeira, que contribuem para sua adstringência, amargor e acidez (VIVAS, 2001).

Antes do engarrafamento é feita a estabilização tartárica do vinho para evitar a formação de cristais de bitartrato de potássio na garrafa. A técnica mais utilizada é a estabilização pelo frio (uma semana a -4°C) para induzir a formação de cristais que são removidos por trasfega e/ou filtração. As últimas etapas do processo de elaboração do vinho são o engarrafamento, onde são feitas as correções finais de conservante (SO_2) e açúcar; e a maturação em garrafa, período de tempo necessário para a estabilização dos compostos fenólicos no caso de vinhos que possuem maior longevidade (Figura 4).



Figura 4 - Fluxograma de elaboração de vinhos tintos (UFSC, 2011)

2.1.5 Maceração

A maceração é a etapa da vinificação na qual os compostos fenólicos e aromáticos são transferidos ao vinho. A qualidade organoléptica do vinho tinto está diretamente relacionada aos procedimentos adotados nesta etapa. O sistema de encubagem e remontagem do mosto, o tempo de contato entre o mosto e as cascas

e a temperatura adotados durante esta etapa determinam o conteúdo e qualidade de compostos fenólicos extraídos e a modificação de sua estrutura à formas mais estáveis ao longo do tempo (MARTÍNEZ; LÓPEZ; SANTAMARÍA, 2010). Segundo Flanzzy (2000), os fatores que favorecem a extração dos compostos durante a maceração podem ser separados em três categorias:

Fatores químicos

- Etanol: as operações físicas de extração aumentam sua eficácia no final da fermentação ou durante a maceração pós fermentativa;

- Dióxido de enxofre (SO₂): provoca maior fragilidade das células da casca que liberam mais facilmente seu conteúdo;

- Dióxido de carbono: tem ação direta ou indireta na extração dos componentes da casca durante a maceração carbônica, processo em que a etapa de maceração é realizada em meio saturado de gás carbônico. A baga sofre fermentação intracelular e o ácido málico, principal composto metabolizado, é transformado em álcool etílico e em outras substâncias (RIZZON et al., 1999). A maceração carbônica é recomendável quando se dispõe de uva inteira, sadia, com baixo teor de tanino e elevada concentração de ácido málico, açúcar e antocianinas, para a elaboração de vinhos de consumo rápido (USSEGLIO-TOMASSET, 1986).

Fatores bioquímicos

O emprego de preparados enzimáticos para favorecer a extração dos componentes da casca, tem sido muito estudado. No entanto, os resultados obtidos são irregulares, com divergências entre cultivares e safras (VILLETAZ, 1996 apud FLANZY, 2000).

Fatores físicos

Favorecem a extração dos componentes da casca e dependem diretamente da ação do enólogo. Os fatores físicos mais empregados são o controle térmico das macerações, as remontagens, as delestagens e o afundamento das partes sólidas (FLANZY, 2000).

A delestagem consiste na retirada total do líquido do tanque e posterior reposição do mesmo pela parte superior do tanque de origem. Desta forma, todo o líquido entra em contato com as cascas e é possível uma maior extração de polifenóis.

De variáveis como o tempo de maceração, sistema, número e frequência das remontagens, volume de líquido remontado por unidade de tempo, temperatura da

massa vinária e relação fase sólida/fase líquida depende o melhor aproveitamento do potencial de qualidade da uva (GUERRA, 2003).

2.1.6 Maceração a frio

O emprego de baixas temperaturas (5 a 15°C) em uma etapa pré-fermentativa tem por finalidade aumentar a extração dos compostos fenólicos e aromáticos em meio aquoso buscando a extração seletiva de antocianinas e taninos de baixo peso molecular (ÁLVAREZ et al., 2006).

Segundo alguns enólogos o emprego da maceração a frio permite a obtenção de vinhos mais aromáticos, nos quais as características varietais da uva são ressaltadas (FEUILLAT; PEYRON apud FLANZY, 2000). Trabalhos realizados com maceração pré-fermentativa a frio indicam que os vinhos submetidos a esta técnica com doses normais de anidrido sulfuroso são peculiares por seu caráter frutado, por sua fineza em boca e menores concentrações de acetato de isoamila quando comparados aos elaborados pelo método tradicional (28 a 30°C) (PEZET; CUENAT, 1996). Entretanto, o conteúdo em compostos fenólicos não é significativamente maior, podendo ser até menor ao obtido nas vinificações tradicionais (FLANZY, 2000).

Heatherbell et al. (1997) demonstraram que o uso desta técnica na elaboração de vinhos de Pinot Noir leva a um aumento na concentração de compostos fenólicos e antocianinas, no entanto reduz o aroma de frutos silvestres e aumenta o aroma de tabaco e amargor. Girard et al. (2001) verificaram melhorias em todas as características sensoriais do vinho de Pinot Noir quando sujeito a maceração pré-fermentativa a temperaturas negativas, no entanto quando a maceração foi realizada a aproximadamente 15 °C não foi observada melhora significativa na qualidade.

Segundo Parenti et al. (2004), o uso de maceração pré-fermentativa a frio (entre -5 e 5°C) induziu aumento da extração de polifenóis em vinhos da cultivar Sangiovese, com melhoria na qualidade química e sensorial. Vinhos da cultivar Monastrell apresentaram altos níveis de compostos fenólicos, antocianinas (especialmente malvidina-3-glicosídeo), antocianinas ionizadas e poliméricas, além de aumento na concentração de compostos aromáticos quando submetidos a maceração pré-fermentativa a frio em relação aos elaborados de forma tradicional (ÁLVAREZ et al., 2006).

No que diz respeito a cor, a maceração pré-fermentativa a frio tem demonstrado ser uma técnica muito útil e eficaz para obter vinhos mais escuros, mais saturados e mais azulados (GÓMEZ-MÍGUEZ; GONZÁLEZ-MIRET; HEREDIA, 2009).

Segundo Côrte-Real (2009) vinhos submetidos a esta técnica parecem ganhar acima de tudo estrutura quando comparados com os vinhos em que também se adicionaram taninos elágicos, mas sem maceração a frio. Os vinhos elaborados com maceração a frio apresentaram principalmente maior intensidade de cor, poder tanante e sensação de adstringência, no entanto continham menores teores de taninos. Em relação a composição aromática, entretanto, não houve melhorias substanciais; os resultados foram inconclusivos e por vezes contraditórios.

Gil-Muñoz et al (2009) estudaram o efeito da temperatura na elaboração de vinhos das uvas Cabernet Sauvignon e Syrah. Técnicas como congelamento das bagas, congelamento do mosto com gelo seco, maceração a frio e emprego de preparado enzimático foram comparadas com a maceração tradicional a 25°C. Os autores observaram aumento de intensidade de cor e teor de antocianinas totais nos vinhos das duas cultivares com o emprego das técnicas pré-fermentativas. Entretanto somente os tratamentos de congelamento das bagas e congelamento do mosto com gelo seco apresentaram diferenças significativas no conteúdo de antocianinas totais em relação ao método tradicional para a cultivar Syrah. Os autores atribuíram este resultado a estrutura mais rígida da casca da cultivar Syrah em relação a Cabernet Sauvignon.

2.1.7 Análise sensorial

A análise sensorial é de grande importância na determinação da qualidade organoléptica do vinho. É uma prática que não substitui as análises químicas e microbiológicas do vinho, mas que deve ser considerada por ser essencial para conhecer o grau de aceitação do consumidor (OREGLIA, 1964).

Segundo Bujan e Artajona (1995) a degustação permite conhecer o vinho e, com isso, melhorar sua elaboração, conservação e exercer um controle mais efetivo sobre todo o processo. Esta análise, que se pratica com os aparatos visual, olfativo e gustativo, proporciona conhecimentos sobre a genuinidade, a composição química, o grau de qualidade, o estado sanitário e os defeitos do vinho.

A avaliação começa pelo exame visual, o qual permite caracterizar o aspecto do vinho quanto à intensidade de cor, tonalidade e limpidez (ZANUS; PEREIRA, 2006).

Quando se avalia a cor, distingue-se o tipo ou tonalidade e sua intensidade. A tonalidade indica o grau de evolução do vinho e é definida pela menção da cor ou das cores principais e da cor ou cores secundárias que dão matizes especiais. Um vinho jovem de Syrah poderá ser vermelho (cor principal), tendo como cor secundária o azul (FLANZY, 2000), enquanto a intensidade corante fornece informação sobre o “corpo” do vinho (BUJAN; ARTAJONA, 1995). A limpidez permite julgar o grau de clarificação do produto. Os termos utilizados são tabulados de brilhante a turvo. Também podem ser mencionados depósitos e partículas em suspensão, normalmente decorrentes de contaminação ou instabilidade do vinho durante sua evolução (FLANZY, 2000).

O exame olfativo é considerado a avaliação mais complexa da análise sensorial e apresenta grande variação entre os degustadores (CURVELO-GARCIA, 1988). Para favorecer a percepção olfativa, utilizam-se taças de cristal padrão ISO (*International Organization for Standardization*). Nesta avaliação são descritas a intensidade, a clareza e a qualidade dos aromas, bem como os aromas específicos de cada vinho (ZANUS; PEREIRA, 2006). A apreciação do aroma é realizada inicialmente sem qualquer agitação do vinho, seguindo-se uma nova apreciação com a agitação provocada por um movimento giratório do copo.

Alguns autores estabeleceram uma classificação dos diferentes odores presentes no vinho para evitar uso de termos diferentes para o mesmo aroma. A padronização busca a classificação dos principais grupos de aroma presentes no vinho (frutado, animal, floral, vegetal, especiarias, empireumáticos, microbiológicos, químicos, terra, madeira, pungente e oxidado) e o componente percebido conforme sua intensidade, como por exemplo, animal: couro – intensidade 3 (RAZUNGLES; BIDAN, 1987).

O exame gustativo é a última etapa da análise sensorial. É realizado colocando-se um gole não exagerado na boca e deixando-o girar lentamente no seu interior, de modo a permitir que ele entre em contato com as diferentes regiões da língua. Apenas quatro gostos elementares são detectados pelas papilas gustativas da língua: o ácido (papilas localizadas nas bordas laterais e na face inferior da língua), o doce (extremidade), o salgado (todas as bordas) e o amargo (parte anterior) (CURVELO-GARCIA, 1988). Sensações tácteis e térmicas, como a “causticidade” devida ao etanol e/ou a “adstringência”, pela combinação dos taninos com proteínas da saliva, também devem ser avaliadas.

Na apreciação olfato-gustativa é de grande interesse a intensidade e a qualidade das sensações que permanecem, durante mais ou menos tempo, após se eliminar (cuspir) a amostra da boca. O conjunto dessas sensações é denominado “persistência” (Figura 5).

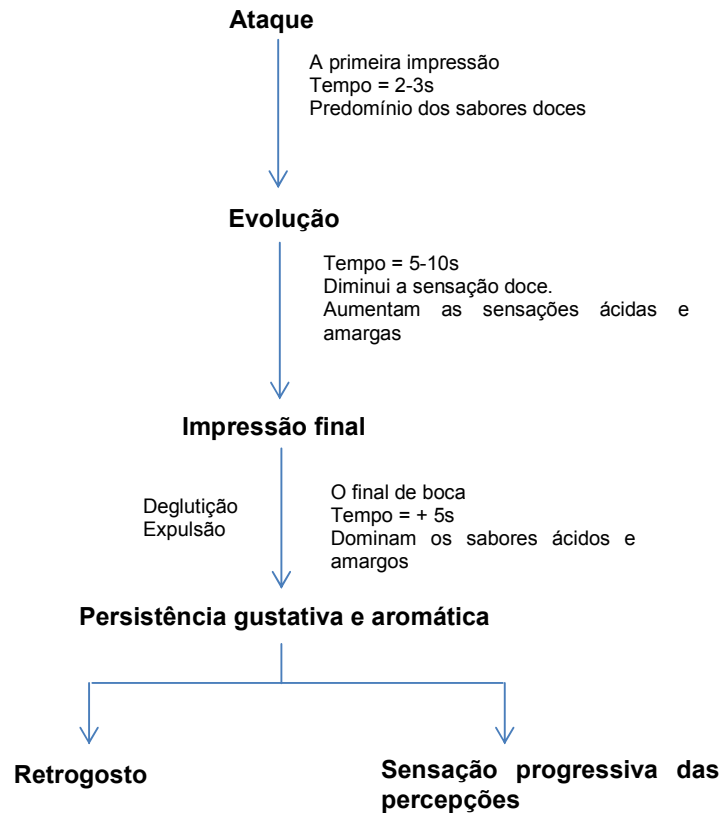


Figura 5 - Fluxograma da evolução das sensações olfato-gustativas durante a degustação (BUJAN; ARTOJANA, 1995)

A temperatura exerce grande influência no exame gustativo, podendo mascarar as sensações (CURVELO-GARCIA, 1988).

As avaliações olfato-gustativas apresentam elevado grau de subjetividade, pois dependem da experiência sensorial e memória olfativa e gustativa do degustador (ZANUS; PEREIRA, 2006).

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Matéria-prima

Foram utilizadas uvas da variedade *Vitis vinífera* Syrah, proveniente de um vinhedo comercial de 6 anos de idade, localizado em Três Corações, região Sul do estado de Minas Gerais, nas coordenadas 21° 42' 29" Sul e 45° 16' 10" Oeste, a 900 metros de altitude.

O vinhedo com exposição norte-sul foi conduzido em duplo cordão esporonado no sistema espaldeira (3,3 m entre filas e 1,2 m entre plantas) e manejado pela técnica da dupla poda como descrito por Regina et al. (2006), mantendo-se um limite máximo de produção em torno de 8 ton ha⁻¹.

Colheita

Aproximadamente 500 kg de uvas foram colhidas em 07 de setembro de 2009, com teor de sólidos solúveis de 20°Brix e sementes maduras (tipo castanha) segundo classificação de Ristic e Iland (2005). O transporte até o Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho, localizado em Caldas (MG), foi realizado à noite, sem exposição ao calor, para evitar oxidações e manter a integridade e qualidade das bagas.

As uvas foram mantidas por 24 horas em câmara fria (16°C), desengaçadas e divididas em dois lotes de 250 kg para cada tratamento.

Avaliação dos compostos fenólicos nas bagas

A maturação fenólica foi avaliada na colheita, pelo teor de compostos fenólicos totais nas cascas e sementes e pela determinação do teor de antocianinas totais nas cascas. As análises foram realizadas segundo metodologia proposta por Sivilotti et al. (2005) em dois meios extratores: meio vínico composto por 14% álcool etílico, 5 g L⁻¹ ácido tartárico em pH 3,2 condições semelhantes ao final da fermentação alcoólica, e metanol acidificado (HCl 1%) para a completa extração dos pigmentos.

Cascas e sementes de 200 bagas foram separadas, pesadas, trituradas em nitrogênio líquido e armazenadas a -80°C. Para a determinação dos compostos fenólicos e antocianinas foram pesados 250 mg ou 500 mg de casca e homogeneizados em Ultra Turrax (IKA T-18 basic) em solução extratora constituída de metanol acidificado ou meio vínico, respectivamente. O extrato foi centrifugado (8000 rpm por 15 minutos) e o precipitado ressuspenso nas soluções extratoras até

a completa remoção dos pigmentos. Os sobrenadantes foram reunidos e o volume retomado em balão de 50 mL. Os compostos fenólicos totais foram analisados pelo método de Folin-Ciocalteu com base em uma curva padrão de ácido gálico (AMERINE; OUGH, 1980; BERGQVIST; DOKOOZLIAN; EBISUDA, 2001) e as antocianinas totais pelo método do pH diferencial (GIUSTI; WROLSTAD, 2000).

Uma amostra de 500 mg de sementes foi imersa por 48h, à temperatura ambiente e ao abrigo da luz, nas soluções extratoras de metanol acidificado ou meio vínico em proporção correspondente ao volume de mosto das bagas. O volume de mosto foi determinado pela diferença entre a massa da baga e a soma das massas das cascas e sementes (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2004). Foram realizadas agitações periódicas para a extração dos compostos fenólicos solúveis, que foram determinados pelo método de Folin-Ciocalteu (AMERINE; OUGH, 1980).

2.2.2 Vinificação

Foram realizados dois métodos de vinificação: maceração longa a frio (tratamento 1) e maceração tradicional (tratamento 2). Nos dois tratamentos foram utilizados tanque de aço inox de 300 litros de capacidade com cinta de refrigeração e sistema de controle de temperatura automatizado (Figura 6). O uso de microvinificações foi descartado para conseguir maior proximidade com uma vinificação comercial.



Figura 6 - Tanques de fermentação, sendo o de numero 26 utilizado para o tratamento de fermentação com maceração a frio e o de numero 24 para o tratamento de fermentação tradicional

No tratamento 1, o mosto foi macerado numa etapa pré-fermentativa a frio (temperatura entre 5 e 8°C) por 7 dias e posterior fermentação na presença das cascas sob temperatura entre 15 e 20°C por aproximadamente 15 dias. Durante este período, foram feitas delestagens uma vez ao dia e afundamento de chapéu (massa sólida) três vezes ao dia.

No tratamento 2, o mosto foi macerado e fermentado a temperatura ambiente entre 20° e 23°C durante aproximadamente 8 dias. Durante este período, foram feitas delestagens uma vez ao dia e afundamento de chapéu três vezes ao dia.

O período estipulado para a maceração (15 dias a frio e 8 dias para o método tradicional) foi determinado com base em vinificações anteriores correspondendo ao tempo necessário para a completa degradação dos açúcares pela ação das leveduras nas respectivas temperaturas.

Após as etapas de maceração e fermentação, os tratamentos foram conduzidos de forma idêntica. O vinho foi descubado (separação da parte sólida), foi feita a fermentação malolática (transformação do ácido málico em láctico por bactérias lácticas), trasfega (limpeza do vinho), estabilização (precipitação dos sais de ácido tartárico pelo frio) e envase.

O término da fermentação malolática foi determinado por cromatografia de papel do ácido málico (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

2.2.3 Amostragem

A amostragem foi realizada diariamente durante as etapas de maceração e fermentação, sempre no mesmo horário; a cada 15 dias a partir do final da fermentação alcoólica até o término da fermentação malolática; mensalmente a partir do término da fermentação malolática até o envase; aos 3, 6 e 14 meses após o envase. As amostras foram congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a -80°C até o momento das análises (Figura 7).



Figura 7 - Amostragem dos vinhos

2.2.4 Acompanhamento analítico de rotina

O vinho com 14 meses de envelhecimento em garrafa foi avaliado quanto ao conteúdo de açúcares pelo método de Fehling (BRASIL, 1986), densidade (picnômetro), pH (potenciômetro digital Micronal modelo B 474, equipado com eletrodo de vidro e calibrado com soluções padrão de pH 4,0 e 7,0), anidrido sulfuroso livre e total pelo método de Ripper (AMERINE; OUGH, 1980), acidez total (titulação com NaOH 0,1N utilizando azul de bromotimol como indicador) e teor alcoólico (destilador Super DEE Gibertini). A densidade do destilado alcoólico foi determinada em picnômetro e o teor de álcool estimado com base em tabelas de conversão (OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN - OIV, 2003).

O aporte em cor e estrutura dos vinhos foi acompanhado pelas análises de índices de cor, polifenóis totais, antocianinas totais, fenólicos totais, flavanóis totais (taninos) e índice de pigmentos polimerizados.

2.2.5 Índices de cor

Os índices de cor (pigmentos amarelo, vermelho e azul) foram caracterizados pela medida da absorvância a 420 nm, 520 nm e 620 nm, respectivamente, em espectrofotômetro UV/VIS (Quimis modelo Q-108U) (MINOLTA, 1994). As leituras foram realizadas em cubetas de quartzo de 1 mm de caminho óptico nas amostras não diluídas segundo Curvelo-Garcia (1988).

A intensidade de cor e a tonalidade foram calculadas segundo Ribéreau-Gayon et al. (2003).

$$\text{Intensidade de cor (IC)} = A_{420} + A_{520} + A_{620}$$

$$\text{Tonalidade} = A_{420}/A_{520}$$

A composição da cor, ou seja, a contribuição percentual de cada um dos três componentes na cor do vinho foi determinada segundo Ribéreau-Gayon et al. (2006) pelas relações:

$$\text{OD 420 (\%)} = (\text{OD 420/IC}) * 100$$

$$\text{OD 520 (\%)} = (\text{OD 520/IC}) * 100$$

$$\text{OD 620 (\%)} = (\text{OD 620/IC}) * 100$$

2.2.6 Polifenóis totais

O índice de polifenóis totais foi determinado pela absorvância dos vinhos a 280 nm em espectrofotômetro UV/VIS (Quimis modelo Q-108U) segundo Curvelo-Garcia (1988).

2.2.7 Antocianinas totais

O teor de antocianinas totais foi obtido pelo método do pH diferencial proposto por Giusti e Wrolstad (2000) e o resultado expresso em mg de malvidina-3-glicosídeo por litro de vinho considerando peso molecular de 529 g mol⁻¹ e coeficiente de absorvância molar de 28.000 mol L⁻¹ (AMERINE; OUGH, 1980)

2.2.8 Fenólicos totais

O conteúdo em fenólicos totais foi quantificado pelo método de Folin-Ciocalteu com base em uma curva padrão de ácido gálico (5 mg mL⁻¹) (AMERINE; OUGH, 1980).

O conteúdo em taninos foi determinado conforme Blouin (1992). Foram preparadas duas baterias de tubos de ensaio com tampa esmerilhada. Em ambas, adicionou-se 4 mL de amostra diluída 50 vezes, 2 mL de água deionizada e 6 mL de HCl concentrado. Os tubos de hidrólise foram preenchidos com gelo picado e adaptados na primeira bateria de tubos com tampa esmerilhada que foi deixada em banho-maria por 30 minutos. Após esse tempo, adicionou-se 1 mL de etanol nas duas baterias de tubos.

A leitura foi realizada a 550 nm em espectrofotômetro, e o conteúdo de flavanóis dado pela fórmula:

$$(A - B) \times 19,33 = \text{g L}^{-1}$$

Sendo (A) tubos hidrolisados e (B) tubos não hidrolizados.

2.2.9 Índice de pigmentos polimerizados

O índice de pigmentos polimerizados (método Somer) foi determinado pela reação das antocianinas conjugadas com o dióxido de enxofre conforme Blouin (1992). Foram preparados dois conjuntos de tubos de ensaio:

- Tubo 1: 5 mL de amostra + 45 mL solução hidroalcoólica a 12% contendo 5 g L⁻¹ de ácido tartárico a pH 3,2 + 0,2 mL solução sulfurosa (bissulfito de sódio a 20%).
- Tubo 2: 5 mL de amostra + 45 mL solução hidroalcoólica a 12% contendo 5 g L⁻¹ de ácido tartárico a pH 3,2 + 0,2 mL água destilada.

Após 5 minutos foram realizadas leituras a 420 nm e 520 nm, sendo:

- A1 = 420 nm com anidrido sulfuroso
- A2 = 520 nm com anidrido sulfuroso
- A3 = 420 nm sem anidrido sulfuroso
- A4 = 520 nm sem anidrido sulfuroso

O índice de pigmentos polimerizados é calculado pela fórmula:

$$\text{Pigmentos Polimerizados (\%)} = (A1 + A2) / (A3 + A4) \times 100$$

2.2.10 Compostos de aroma

A análise do composto aromático acetato de isoamila (aroma de banana) foi realizada nas amostras coletadas no primeiro dia de vinificação, no término da fermentação alcoólica, no engarrafamento, aos 6 meses e aos 14 meses após o engarrafamento.

Utilizou-se a técnica de microextração em fase sólida (SPME) com fibra 50/30µm DVB/CarboxenTM/PDMS StableFlexTM (Supelco[®]).

Foram pipetados 10 mL da amostra de vinho em um frasco de cerca de 50 mL de capacidade, e adicionado 10 µL de isopropanol (Merck[®]) como padrão interno de quantificação relativa. O frasco foi fechado com tampa plástica, vedado com parafilm, e aquecido em estufa a 40°C por 30 minutos para o equilíbrio dos compostos voláteis com a fase aérea do frasco. Em seguida, a fibra de SPME foi introduzida no frasco e exposta ao ar do seu interior por 30 minutos, com agitação constante. Uma vez recolhida a amostra, esta foi dessorvida da fibra pela exposição ao calor do injetor do cromatógrafo (200°C) por 2 minutos. Foi utilizado o cromatógrafo Hewlett-Packard modelo 6890 acoplado a um detector seletivo de massas da mesma empresa modelo 5973. A coluna cromatográfica empregada foi a

Supelcowax (Supelco®) de 30 metros, 250 µm de diâmetro interno, e 0,25 µm de espessura do filme. O programa de temperatura foi de 50°C por 1 minuto, rampa de temperatura de 2°C por minuto até 80°C, seguida de nova rampa a 20°C por minuto até 240°C e estabilização por 1 minuto. A temperatura da interface entre o cromatógrafo e o detector seletivo de massas foi de 230°C e a ionização feita por impacto de elétrons (70 eV) com a fonte de íons mantida a 150°C. As análises foram realizadas em triplicata de extração. Os espectros de massa obtidos foram comparados com os da biblioteca NIST 1998 para a confirmação da identidade do acetado de isoamila, e sua concentração relativa nas amostras foi obtida através da razão das áreas dos picos obtidos para este composto em relação à área do pico de isopropanol.

2.2.11 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada nos vinhos armazenados por 14 meses. Foi utilizado um grupo de 8 degustadores treinados, constituído por enólogos e apreciadores de vinho com experiência comprovada em degustação técnica.

A avaliação foi realizada em laboratório de análise sensorial, onde cada provador ocupou uma baia de avaliação. A iluminação da sala foi natural para melhor identificação das características de cor dos vinhos, que foram identificados aleatoriamente, resfriados a 18°C e apresentados em sequencia aleatória em taças de cristal modelo ISO. Os vinhos foram abertos somente no momento em que foram servidos, não havendo respiração prévia em decanter.

Para que todos expressassem as percepções aromáticas da mesma maneira foi entregue a cada degustador uma ficha contendo 8 classes aromáticas (vegetal, floral, frutado, animal, madeira, químico, empírico e microbiológico) (Quadro 1 em anexo). O exame olfativo foi dividido em duas etapas: olfativo em repouso (sem agitar a taça de vinho), onde foi avaliada a intensidade global dos aromas e olfativo direto (com agitação), onde foram avaliadas a intensidade e a qualidade global dos aromas percebidos.

Para a análise gustativa simples, foram utilizadas soluções para calibração do paladar, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Soluções padrão para os testes de identificação dos sabores básicos (ISO 3972:1991)

Sabor	Substância de referência	Concentração (g L ⁻¹)
Ácido	Ácido Cítrico cristalizado mono hidratado (PM=210,14 g mol ⁻¹)	1,20
Amargo	Cafeína cristalizada mono hidratada (PM=212,12 g mol ⁻¹)	0,54
Salgado	Cloreto de Sódio anidro (PM=58,46 g mol ⁻¹)	4,00
Doce	Sacarose (PM=342,2 g mol ⁻¹)	24,00
Umami	Glutamato monossódico, C ₅ H ₈ NNaO ₄ .H ₂ O (PM=187,13 g mol ⁻¹)	2,00
Metálico	Hepta hidrato de Sulfato de Ferro(II) 2 FeSO ₄ .7H ₂ O (PM=287,9 g mol ⁻¹)	0,016

A avaliação sensorial foi realizada em ficha descritiva baseada na ficha de degustação descrita por Rosier (1992) adaptada para vinhos tintos (Quadro 2 em anexo).

Ao final da avaliação sensorial, cada degustador avaliou a qualidade global do vinho com notas de 0 a 10.

2.2.12 Análise estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, no caso de diferença significativa, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o software Statistica 6.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Composição fenólica das bagas

O emprego do metanol acidificado como solvente permitiu maior extração dos compostos fenólicos presentes nas cascas e, principalmente, nas sementes em relação ao meio vínic. Dos parâmetros avaliados na casca (Tabela 3), os flavanóis não apresentaram diferença de concentração quando extraídos em meio vínic ou em solução de metanol acidificado. Estes compostos apresentaram elevada extratibilidade mesmo em presença de um solvente mais fraco. Daí a importância em acompanhar a maturação das bagas e colher as uvas somente após atingirem a maturação fenólica para garantir a extração de taninos maduros, com menor adstringência.

Tabela 3 - Composição fenólica da casca da uva Syrah extraída em solução de metanol acidificado e meio vínic. Safra inverno 2009, Três Corações (MG)

Parâmetros	Metanol acidificado	Meio Vínic
Antocianinas (mg malvidina g casca ⁻¹)	10,793 a	8,298 b
Fenólicos (mg ac.gálico g casca ⁻¹)	31,397 a	21,673 b
Flavanóis (mg g casca ⁻¹)	23,723 a	25,177 a
IPT (I _{280nm} g casca ⁻¹)	955,779 a	541,372 b

Letras diferentes na linha indicam que as médias diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% (n=3). IPT = índice de polifenóis totais.

As antocianinas, por outro lado, apresentaram maior extração em solventes mais fortes, indicando que sua liberação é beneficiada por maior tempo de contato da casca com o mosto durante a maceração.

Bergqvist; Dokoozlian; Ebisuda (2001) encontraram para a variedade Cabernet Sauvignon teores de 11,0 mg g casca⁻¹ e 37,0 mg g casca⁻¹ para antocianinas e fenólicos, respectivamente, em metanol acidificado como meio extrator.

Nas sementes, a maior concentração de compostos fenólicos foi obtida em metanol (Tabela 4). Entretanto, a baixa solubilidade destes compostos em meio vínic é uma característica desejável, pois os taninos presentes nas sementes apresentam menor grau de polimerização e são altamente reativos com proteínas, o que os torna mais adstringentes (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Tabela 4 - Composição fenólica das sementes da uva Syrah extraída em solução de metanol acidificado e meio vínico. Safra inverno 2009, Três Corações (MG)

Parâmetros	Metanol acidificado	Meio Vínico
Fenólicos (mg ac.gálico g semente ⁻¹)	63,470 a	3,760 b
Flavanóis (mg g semente ⁻¹)	49,692 a	3,345 b
IPT (I _{280nm} g semente ⁻¹)	1150,221 a	61,80 b

Letras diferentes na linha indicam médias diferentes entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5% (n=3). IPT = índice de polifenóis totais.

2.3.2 Composição química do mosto

Análise química do mosto (Tabela 5) indicou padrões aceitáveis de maturação das bagas para vinificação em tinto. Blouin e Guimberteau (2000) citam teores de açúcares de 190 g L⁻¹, acidez total de 5,85 g L⁻¹ e pH 3,57 para uvas 'Merlot' e de 200 g de açúcares L⁻¹, acidez de 5,55 g L⁻¹ e pH 3,60 para uvas 'Cabernet Sauvignon' cultivadas na França. O conteúdo de sólidos solúveis obtido nas uvas 'Syrah' na safra de inverno de 2009 em Três Corações (MG) corresponde a um teor provável de álcool no vinho de 13% (v/v) segundo Strever (2007).

Tabela 5 - Análise da composição química do mosto de uvas Syrah em cultivo de inverno em Três Corações (MG), safra 2009

Parâmetros	Valores
Acidez total (g ác.tartárico L ⁻¹)	6,23
Densidade (20°C)	1,0948
pH	3,66
Sólidos solúveis totais (°Brix)	21,80
Açúcares totais (g L ⁻¹)	213,00

Os valores obtidos estão próximos aos observados para a uva Syrah cultivada em ciclo de outono/inverno na região cafeeira de Minas Gerais. Mota et al. (2010), obtiveram valores de pH de 3,6, acidez de 5,6 g L⁻¹ e teor de sólidos solúveis de 18,2 °Brix para a cultivar Syrah em Cordislândia (MG). Favero et al. (2011), trabalhando nesta mesma área de plantio no ano de 2006, encontraram teores de sólidos solúveis totais de 20,66 °Brix; acidez total de 7,88 g L⁻¹ e pH de 3,26.

2.3.3 Composição fenólica durante a vinificação

2.3.3.1 Polifenóis totais (I 280 nm)

Os polifenóis são compostos importantes para a qualidade geral dos vinhos tintos (GUERRA, 2002). Segundo Parenti et al. (2004), o emprego da maceração

pré-fermentativa a frio induz a um aumento da extração de polifenóis, com reflexos positivos na qualidade do produto final observado analítica e/ou sensorialmente. O emprego da maceração a frio em uvas Syrah de cultivo de inverno, entretanto, resultou em menor extração de polifenóis totais quando comparado com o método tradicional (Figura 8).

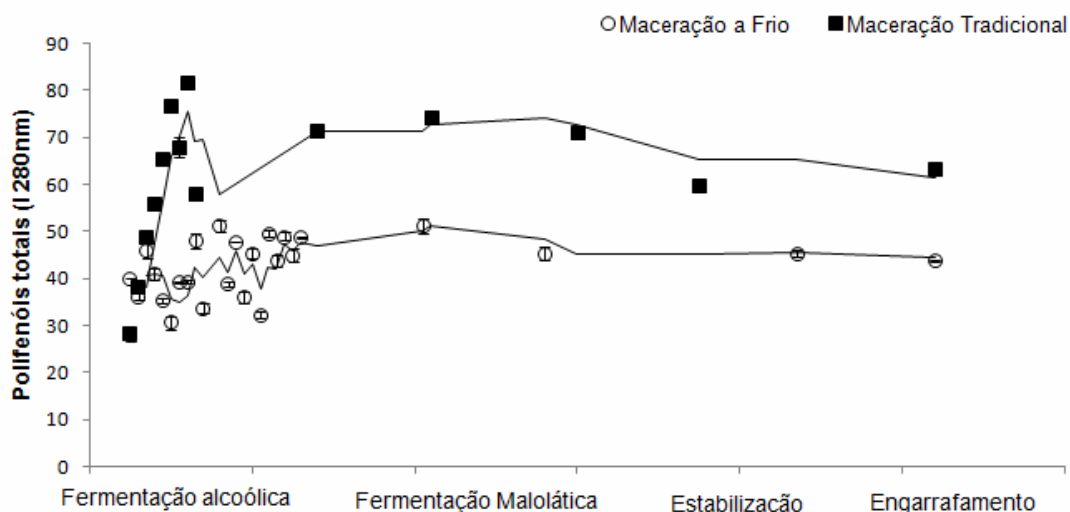


Figura 8 - Índice de polifenóis totais medido durante as etapas de vinificação dos tratamentos de maceração a frio e tradicional: avaliações diárias durante a fermentação alcoólica, quinzenais durante a fermentação malolática, mensais durante a estabilização e no dia do engarrafamento (Syrah, safra inverno 2009)

Temperaturas elevadas e maior teor de álcool na fermentação tradicional em relação a maceração a frio, no mesmo período, contribuem para a maior solubilidade e extração dos polifenóis (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

Acompanhamento da densidade do vinho durante a fermentação alcoólica (quadro 3 em anexo) indicou valores aproximados de álcool no 3º dia do tratamento tradicional e 11º dia do emprego do frio. Neste período, o teor de polifenóis totais extraído foi semelhante entre os dois tratamentos (48,7 e 51,3, respectivamente). Entretanto, a extração continuou a aumentar na maceração tradicional, enquanto tendeu a estabilização no tratamento a frio. A manutenção da temperatura na faixa de 20 – 23°C no tratamento tradicional manteve a queda da densidade, em média, de 16,6 unidades até o final da fermentação, enquanto na temperatura de 14 a 15°C do tratamento a frio os valores médios de redução da densidade foram de apenas 7,4 unidades. A temperatura favorece a ação das leveduras e, conseqüentemente, a

extração dos polifenóis. Assim, embora o teor final de álcool tenha sido semelhante entre os tratamentos, os compostos fenólicos apresentaram maior extração no tratamento tradicional.

A baixa temperatura, entretanto, contribuiu para melhor estabilização dos polifenóis totais, embora tenham sido extraídos em menor quantidade, observou-se queda de apenas 10,4% no período compreendido entre o descube e o engarrafamento no tratamento a frio, enquanto no método tradicional a queda foi de 22,4%.

2.3.3.2 Antocianinas totais

Durante o período de fermentação alcoólica, a extração de antocianinas foi mais rápida e intensa na maceração tradicional. No tratamento a frio o conteúdo foi praticamente constante na fase pré-fermentativa (5 - 8°C) com ligeiro aumento após estabilização da temperatura em 15°C. (Figura 9).

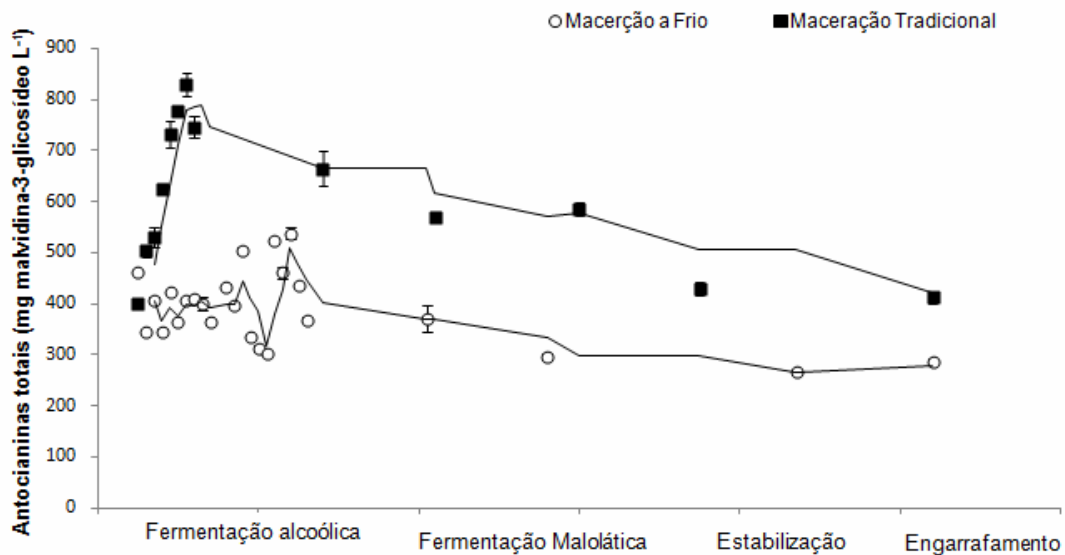


Figura 9 - Conteúdo de antocianinas totais durante as etapas de vinificação dos tratamentos de maceração a frio e tradicional: avaliações diárias durante a fermentação alcoólica, quinzenais durante a fermentação malolática, mensais durante a estabilização e no dia do engarrafamento (Syrah, safra inverno 2009)

Gómez-Míguez; Ganzáles-Miret; Heredia (2007) também observaram maior taxa de incremento na concentração de antocianinas na vinificação tradicional durante a fase de fermentação alcoólica, porém o conteúdo após o descube foi maior no tratamento a frio.

Os dois tratamentos apresentaram redução no conteúdo de antocianinas totais próximo ao descube. No vinho do método tradicional a redução no teor de antocianinas entre o pico extraído durante a maceração e o valor obtido no engarrafamento foi de 61,7%, enquanto no tratamento a frio a queda foi de 46,5% (Figura 9). O teor de antocianinas normalmente decresce nos vinhos. As antocianinas livres desaparecem completamente após alguns anos, embora o vinho continue vermelho devido a combinação destas moléculas com taninos. Por isso, o conteúdo de taninos é o fator mais importante na estabilização da cor (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

2.3.3.3 Intensidade e tonalidade de cor

A cor é uma das principais características do vinho tinto por ser o primeiro elemento de apreciação do consumidor e, por isso, tem grande importância comercial (MATEUS; FREITAS, 2006).

Além das antocianinas, o pH e os fenômenos de copigmentação são fatores determinantes na intensidade e na tonalidade da cor (MATEUS; FREITAS, 2006). A temperatura exerce efeito significativo na extração e estabilidade da cor. Elevadas temperaturas aumentam a solubilidade dos constituintes da massa vínica e aceleram a maceração (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006).

A intensidade corante do vinho com maceração tradicional foi superior à observada nos vinhos submetidos a maceração a frio (Figura 10).

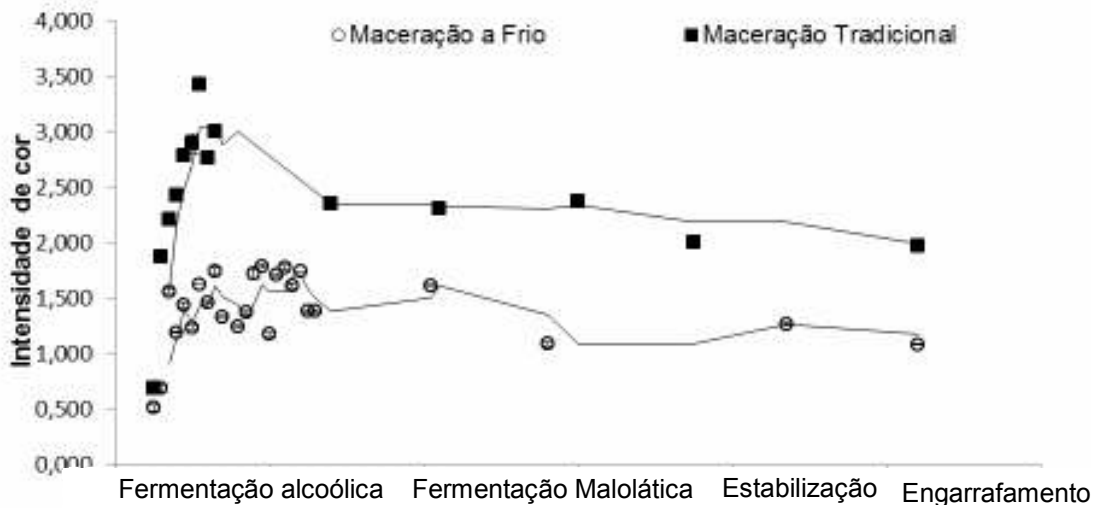


Figura 10 - Intensidade corante durante as etapas de vinificação dos tratamentos de maceração a frio e tradicional: avaliações diárias durante a fermentação alcoólica, quinzenais durante a fermentação malolática, mensais durante a estabilização e no dia do engarrafamento (Syrah, safra inverno 2009)

No método tradicional, a temperatura entre 20 - 23°C acelerou a extração dos compostos de cor a partir do primeiro dia, apresentando valor máximo de intensidade de 3,5 ao final da maceração enquanto que nos vinhos submetidos ao frio observou-se aumento na intensidade apenas nos primeiros três dias de fermentação, seguido por estabilização da intensidade de cor por volta de 1,7. Entretanto, a taxa de degradação da cor observada entre o descube e o engarrafamento foi superior na vinificação pelo método tradicional (42,8% contra 37,9% com o uso do frio). Neste período houve aumento na tonalidade do vinho no tratamento de maceração a frio (Figura 11).

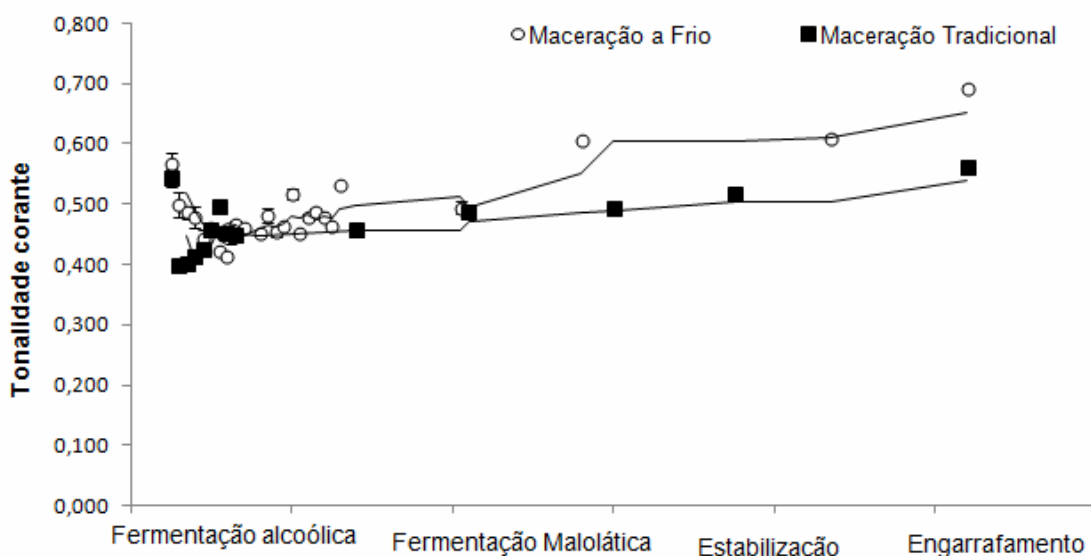


Figura 11 - Tonalidade medida durante as etapas de vinificação dos tratamentos de maceração a frio e tradicional: avaliações diárias durante a fermentação alcoólica, quinzenais durante a fermentação malolática, mensais durante a estabilização e no dia do engarrafamento (Syrah, safra inverno 2009)

A tonalidade indica a evolução da cor em pigmentos amarelos devido a reações de oxidação e/ou redução no teor de antocianinas. Segundo Ribéreau-Gayon et al. (2006) vinhos jovens apresentam valores na faixa de 0,5 – 0,7 que aumentam durante o envelhecimento até valores máximos de 1,2 a 1,3. A contribuição de cada componente de cor na coloração dos vinhos ao final de cada etapa da vinificação está indicada na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição da cor do vinho da uva Syrah elaborado pelo método de maceração a frio e tradicional

Etapa da Vinificação	Maceração a frio (%)			Maceração tradicional (%)		
	OD 420	OD 520	OD 620	OD 420	OD 520	OD 620
Fermentação Alcoólica	29,134 a	60,849 b	9,979 b	27,798 b	61,552 a	10,614 a
Fermentação Malolática	32,956 a	54,437 b	12,577 a	29,477 b	59,798 a	10,711 b
Estabilização	33,027 a	54,151 b	12,769 a	30,184 b	58,575 a	11,207 b
Engarrafamento	35,457 a	51,431 b	13,019 a	31,712 b	56,636 a	11,601 b

*Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha em cada OD entre os tratamentos apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Embora a extração de antocianinas totais no tratamento a frio tenha sido significativamente menor (Figura 9), a contribuição percentual da cor vermelha na

composição da cor no final da fermentação alcoólica foi bem próxima entre os dois tratamentos (Tabela 6).

O componente vermelho (OD 520) apresentou redução, nos dois tratamentos, entre a fermentação alcoólica e malolática, provavelmente devido a hidrólise das antocianinas, enquanto os componentes amarelo (OD 420) e azul (OD 620) aumentaram sua contribuição na cor. Esta alteração foi mais acentuada nos vinhos elaborados com o uso do frio em todas as etapas da vinificação. Este resultado assemelha-se ao obtido por Gómez-Míguez, Ganzáles-Miret e Heredia (2007) com uvas da cultivar Syrah. Os autores observaram menor intensidade de cor no tratamento a frio, porém os vinhos apresentavam-se mais escuros, mais saturados e com mais cor azul do que os vinhos controle.

2.3.3.4 Fenólicos totais e flavanóis (taninos)

A extração dos compostos fenólicos totais aumentou com o tempo de maceração e foi dependente da temperatura e do teor de álcool (Figura 12).

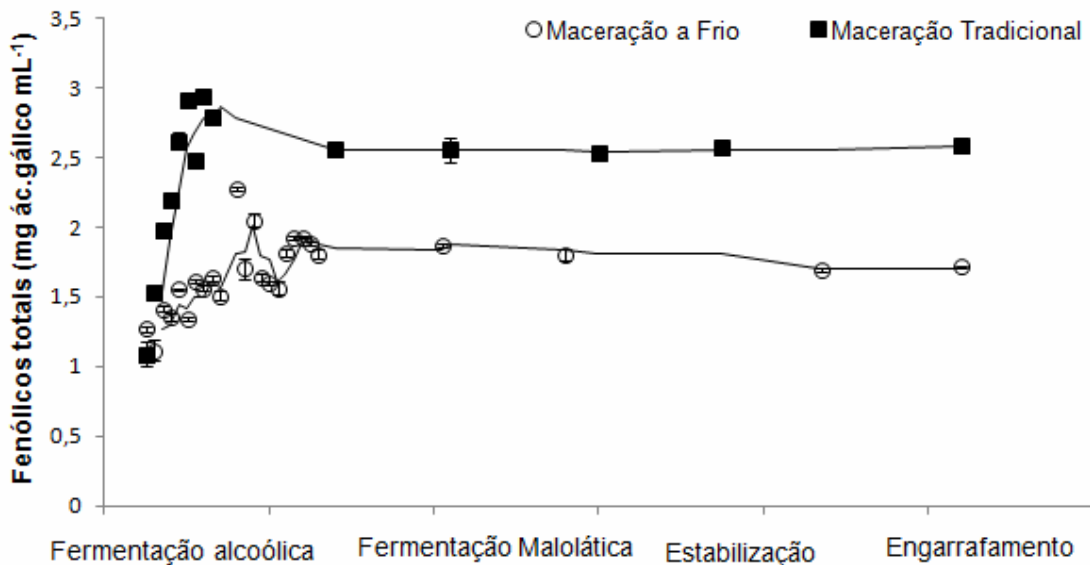


Figura 12 - Compostos fenólicos totais durante as etapas de vinificação dos tratamentos de maceração a frio e tradicional: avaliações diárias durante a fermentação alcoólica, quinzenais durante a fermentação malolática, mensais durante a estabilização e no dia do engarrafamento (Syrah, safra inverno 2009)

Os teores de compostos fenólicos totais permaneceram estáveis após o descube. O decréscimo de 11 e 12% entre a maceração e o engarrafamento nos tratamentos a frio e tradicional, respectivamente, pode ser devido a formação de sais e/ou ligações não estáveis (BEER et al., 2002)

O conteúdo em flavanóis, entretanto, aumentou em aproximadamente 50% no segundo dia da maceração, com posterior decréscimo quando a densidade atingiu valores inferiores a 1090 (Quadro 3 em anexo) tanto no método tradicional quanto no tratamento a frio (Figura 13).

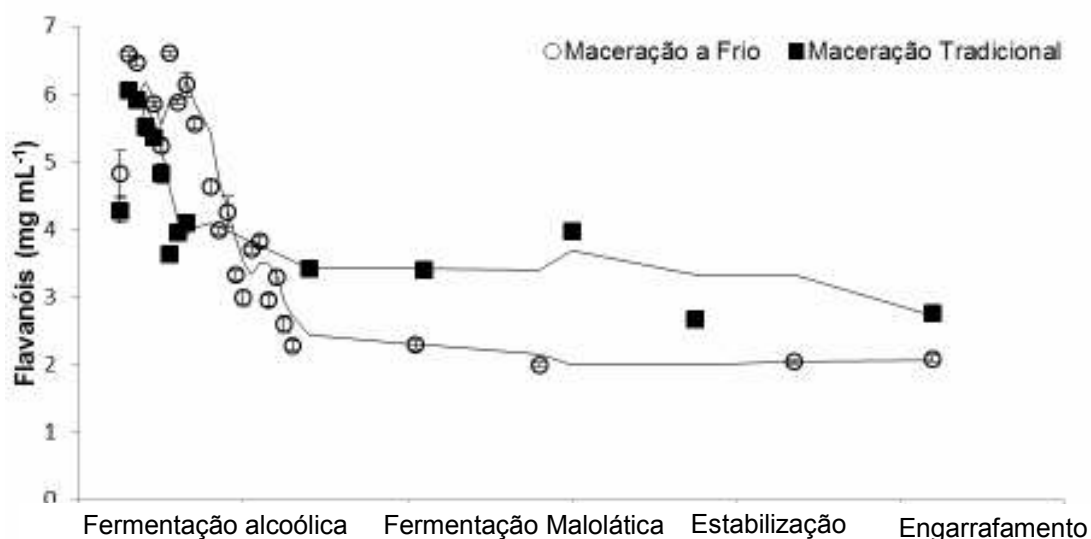


Figura 13 - Índice de flavanóis totais medido durante as etapas de vinificação dos tratamentos de maceração a frio e tradicional: avaliações diárias durante a fermentação alcoólica, quinzenais durante a fermentação malolática, mensais durante a estabilização e no dia do engarrafamento (safra 2009)

Este comportamento corresponde ao que foi observado para a extração dos flavanóis da casca (Tabela 3), em que não houve diferença entre os meios extratores utilizados, indicando que estes compostos são retirados nos primeiros dias de fermentação, em condições de baixa concentração de álcool.

Como observado para o conteúdo de compostos fenólicos totais, o decréscimo no teor de flavanóis no período compreendido entre o final da fermentação alcoólica e o engarrafamento foi praticamente igual nos dois tratamentos, 30% e 36%, respectivamente, para a maceração tradicional e a frio (Figura 13). Por se tratar de um método específico para a determinação de catequinas, reações de polimerização das procianidinas e de combinações com antocianinas devem ter contribuído para reduzir o conteúdo de catequinas livres detectáveis (FERNÁNDEZ, 2006).

O método de maceração a frio tem como princípio aumentar o tempo de contato do vinho com a casca, pelo emprego de uma fase pré-fermentativa em que os compostos fenólicos e antocianinas seriam extraídos pelo contato com o mosto antes do início da fermentação alcoólica. Desta forma busca-se aumentar a extração dos taninos, o extrato seco, o pH, o potássio e as antocianinas e reduzir a acidez total (BERG; AKIYOSHI, 1971; OUGH; AMERINE, 1961; OUGH; BERG, 1971; ARNOLD; NOBLE, 1979), resultando em um produto com melhor qualidade. Os resultados obtidos neste trabalho, entretanto, indicam melhor extração dos compostos fenólicos nos vinhos submetidos a maceração tradicional. Segundo Gil-Muñoz et al. (2009), fatores como variedade, safra, temperatura e tempo de contato com a casca contribuem para os resultados contraditórios observados na literatura. Estes autores observaram incremento significativo na extração de antocianinas em vinhos da cultivar Cabernet Sauvignon elaborado com maceração pré-fermentativa a frio em relação ao tratamento tradicional, enquanto os vinhos da cultivar Syrah não apresentaram diferença em relação ao controle. Neste caso, o emprego de técnicas de congelamento das bagas e uso de gelo seco foram mais eficientes no aumento da extração destes compostos. De acordo com os autores, os cristais de gelo formados no congelamento das bagas desagregam a parede celular favorecendo a extração dos fenólicos, uma vez que uvas Syrah apresentam estrutura da parede celular mais rígida do que as da cultivar Cabernet Sauvignon.

2.3.3.5 Índice de pigmentos polimerizados

O índice de pigmentos polimerizados representa o teor em pigmentos coloridos estáveis formados via condensação direta flavanol-antocianina (FERNÁNDEZ, 2006). É uma característica de longevidade do vinho. Nos primeiros anos, este valor aumenta rapidamente tendendo a 100 (GLORIES, 1984).

O índice de polimerização foi ligeiramente superior no método tradicional durante a maceração. Entretanto, durante a fermentação malolática, o grau de polimerização dos compostos fenólicos apresentou aumento significativo no vinho submetido a maceração a frio, permanecendo superior até o engarrafamento (Figura 14).

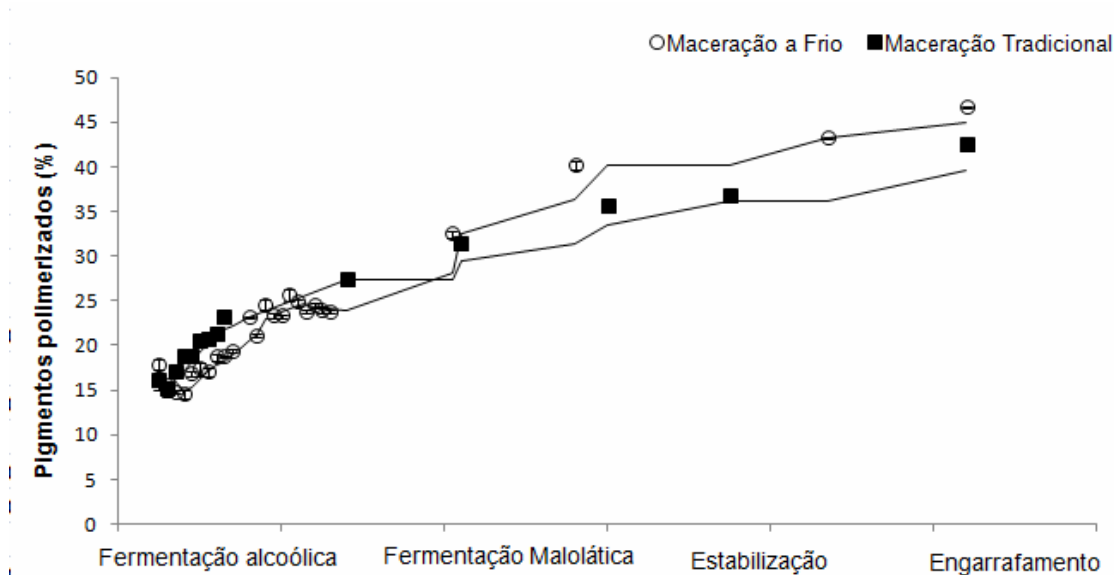


Figura 14 - Índice de pigmentos polimerizados durante as etapas de vinificação dos tratamentos de maceração a frio e tradicional: avaliações diárias durante a fermentação alcoólica, quinzenais durante a fermentação malolática, mensais durante a estabilização e no dia do engarrafamento (Syrah, safra inverno 2009)

Álvarez et al. (2006) observaram que a maceração pré-fermentativa a frio produz vinhos com altos níveis de compostos fenólicos, antocianinas, especialmente malvidina-3-glicosídeo, antocianinas ionizadas e poliméricas quando comparados com vinhos sem recurso a esta técnica.

Segundo Guerra (2003), vinhos contendo maiores teores de antocianinas e flavanóis (taninos) ao final da maceração serão mais estruturados sob o ponto de vista polifenólico. Nessas condições, antocianinas e flavanóis formariam uma rede de proteção mútua (principalmente dos flavanóis em relação aos pigmentos), diminuindo a intensidade das reações de condensação direta flavanol-antocianina, oxidação não enzimática dos flavanóis e degradação das antocianinas. Por outro lado, vinhos com menores teores de antocianinas e flavanóis tendem a formar rapidamente complexos condensados coloridos, que precipitam após alguns meses e não são substituídos em solução por novos complexos, apresentando, assim, longevidade limitada.

2.3.4 Composição fenólica durante o envelhecimento

2.3.4.1 Polifenóis totais

No tratamento a frio o índice de polifenóis totais manteve a tendência de estabilização observada após o final da fermentação malolática, enquanto no

tratamento tradicional o índice decresceu até os 3 meses após o engarrafamento, estabilizando em torno de valor próximo a 70 a partir de 6 meses (Figura 15).

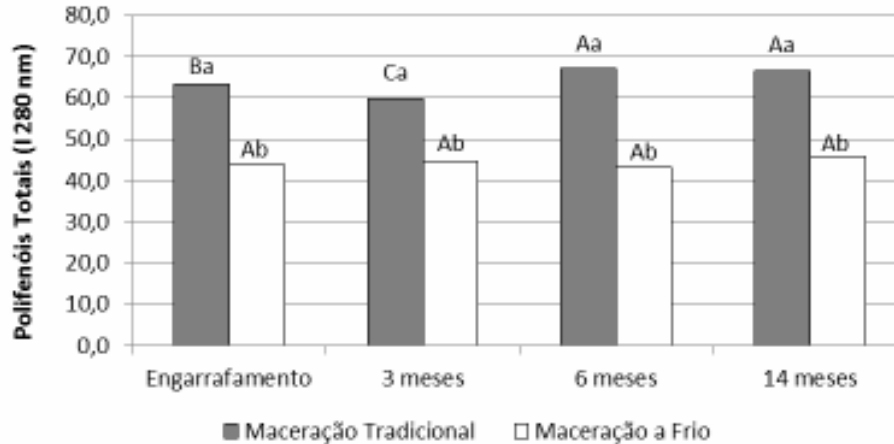


Figura 15 - Índice de polifenóis totais durante o envelhecimento do vinho Syrah submetido aos tratamentos de maceração tradicional e a frio. Letras maiúsculas diferentes sobre as barras indicam diferença significativa entre as etapas de envelhecimento em cada tratamento e as letras minúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada etapa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3)

A estabilização no índice de polifenóis totais a partir de 6 meses do engarrafamento no tratamento tradicional pode estar relacionada a combinação taninos/proteínas uma vez que foi relatado na análise sensorial maior turbidez no vinho elaborado pelo método tradicional, uma indicação, segundo FLANZY (2000), da presença deste tipo de ligação.

2.3.4.2 Antocianinas totais

No tratamento a frio, o teor de antocianinas totais manteve-se estável do final da fermentação malolática (Figura 9) até os 3 meses de envelhecimento em garrrafa (Figura 16), enquanto no tratamento tradicional o decréscimo observado após o descube (Figura 9) continuou até os 6 meses do engarrafamento (Figura 16). Aos 14 meses houve recuperação nos teores de antocianinas totais de 88,4% e 94,2% em relação aos valores do engarrafamento para os tratamentos tradicional e a frio, respectivamente (Figura 16).

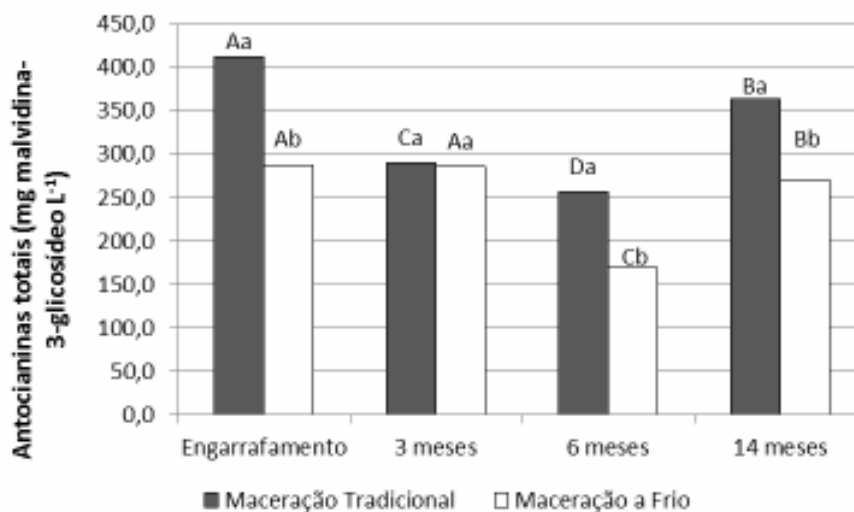


Figura 16 - Antocianinas totais durante o envelhecimento do vinho Syrah submetido aos tratamentos de maceração tradicional e a frio. Letras maiúsculas diferentes sobre as barras indicam diferença significativa entre as etapas de envelhecimento em cada tratamento e as letras minúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada etapa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3)

2.3.4.3 Cor do vinho

Embora tenha sido extraída em quantidade menor, a contribuição da cor vermelha nos vinhos elaborados com maceração a frio é semelhante à observada na maceração tradicional, porém se mantém mais estável durante o envelhecimento do vinho. No tratamento tradicional, a contribuição do componente vermelho (OD 520) acompanhou a variação nos teores de antocianinas totais (Tabela 7).

Tabela 7 - Composição da cor do vinho da uva Syrah durante o envelhecimento elaborado pelo método de maceração a frio e tradicional.

Etapa da Vinificação	Maceração a frio (%)			Maceração tradicional (%)		
	OD 420	OD 520	OD 620	OD 420	OD 520	OD 620
Engarraçamento	35,45a	51,43b	13,01a	31,71b	56,63a	11,60b
3 meses	34,93a	51,29b	13,76a	33,51a	53,35a	13,12 ^a
6 meses	35,00a	51,06a	13,92b	34,61a	50,86a	14,52 ^a
14 meses	36,78a	50,25b	12,95b	35,24b	51,62a	13,12 ^a

Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha em cada OD entre os tratamentos apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os vinhos apresentaram pequeno acréscimo na intensidade de cor após 3 meses de armazenamento (Figura 17) devido ao aumento de tons azuis no tratamento a frio e de tons amarelos e azuis no tratamento tradicional (Tabela 7).

Aos 14 meses os vinhos apresentaram redução intensidade de cor devido, principalmente, a redução de tons azuis.

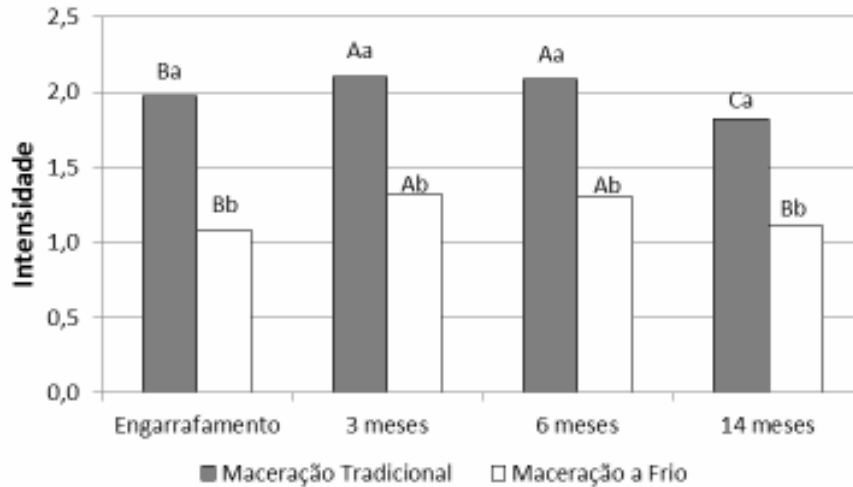


Figura 17 - Intensidade de cor durante o envelhecimento do vinho Syrah submetido aos tratamentos de maceração tradicional e a frio. Letras maiúsculas diferentes sobre as barras indicam diferença significativa entre as etapas de envelhecimento em cada tratamento e as letras minúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada etapa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3)

No tratamento a frio, a intensidade de cor aos 14 meses foi semelhante à observada no engarrafamento, enquanto no tratamento tradicional o valor observado foi inferior ao do engarrafamento (Figura 17).

Os dois vinhos apresentaram aumento da cor amarela aos 14 meses, sinal de oxidação. Entretanto, a degradação da cor azul foi menor no tratamento a frio (Tabela 7). Segundo Ribéreau-Gayon et al. (2002), o incremento em tons azuis ocorre devido a transformação das procianidinas (incolores) em cianidinas (azuladas).

O vinho elaborado com o tratamento a frio apresentou tonalidade superior ao do tratamento tradicional em todas as etapas do envelhecimento (Figura 18).

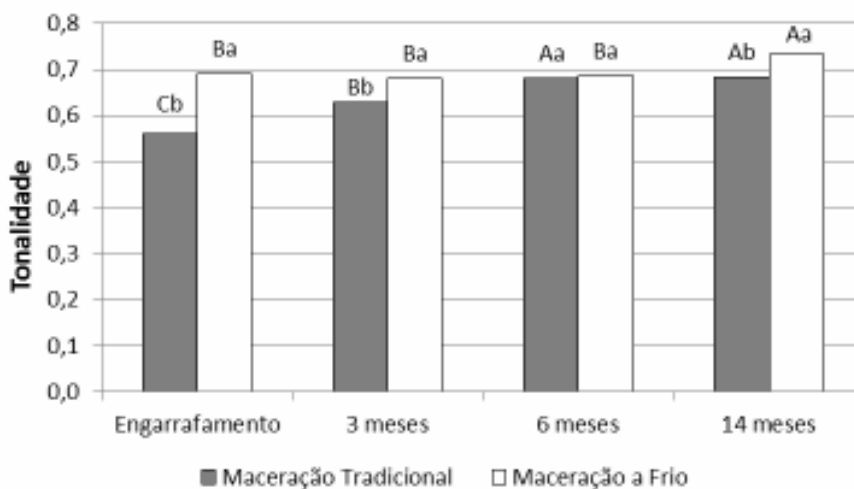


Figura 18 - Tonalidade durante o envelhecimento do vinho Syrah submetido aos tratamentos de maceração tradicional e a frio. Letras maiúsculas diferentes sobre as barras indicam diferença significativa entre as etapas de envelhecimento em cada tratamento e as letras minúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada etapa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3)

Estudos realizados por Côrte-Real (2009), sugerem que a intensidade de cor é menor em vinhos que sofreram maceração a frio devido a menor ligação das antocianinas a cofatores (pectina, glicosil xantonas) ou a co-pigmentos (compostos fenólicos incolores), entretanto, apresentaram maior tonalidade quando comparados com o tratamento controle com fermentação tradicional.

2.3.4.4 Compostos fenólicos totais e flavanóis

O vinho, geralmente, não contém mais do que 20 a 50% dos compostos fenólicos presentes inicialmente na uva. Entretanto, de acordo com Vidal e Vuchot (2005), o objetivo não é conseguir uma máxima extração, mas sim uma boa extração dos compostos que mais contribuem para a qualidade do vinho.

O conteúdo em compostos fenólicos totais apresentou maior variação durante o envelhecimento em garrafa do que os flavanóis (Figuras 19 e 20).

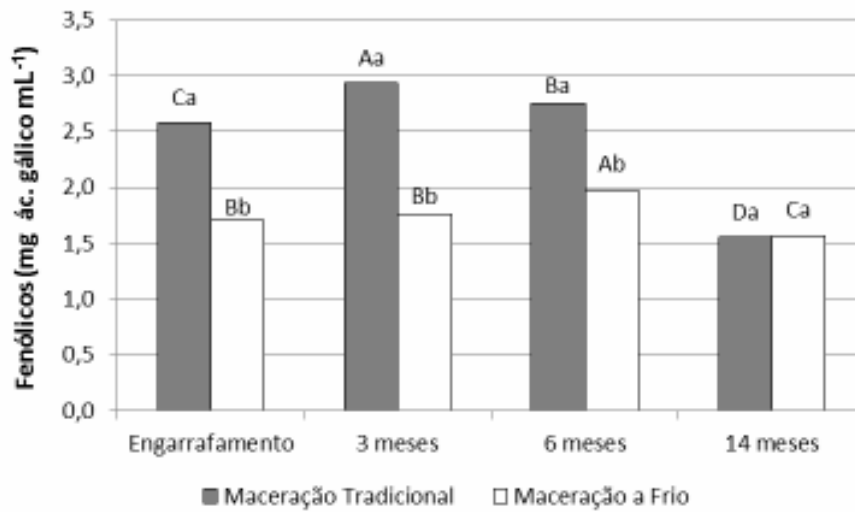


Figura 19 - Fenólicos totais durante o envelhecimento do vinho Syrah submetido aos tratamentos de maceração tradicional e a frio. Letras maiúsculas diferentes sobre as barras indicam diferença significativa entre as etapas de envelhecimento em cada tratamento e as letras minúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada etapa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3)

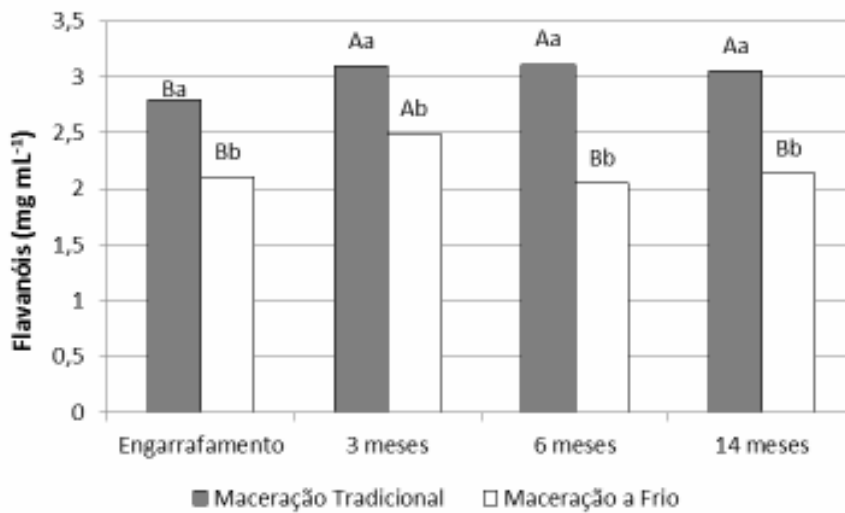


Figura 20 - Teor de flavanóis durante o envelhecimento do vinho Syrah submetido aos tratamentos de maceração tradicional e a frio. Letras maiúsculas diferentes sobre as barras indicam diferença significativa entre as etapas de envelhecimento em cada tratamento e as letras minúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada etapa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3)

A maior estabilidade nos teores de flavanóis possivelmente está relacionada ao fato destes compostos estarem envolvidos em reações de copigmentação (DARIAS-MARTIÁN et al., 2002).

2.3.4.5 Pigmentos polimerizados

Tão logo o processo de vinificação se inicia com o esmagamento das uvas, os pigmentos polimerizados começam a se formar e seu conteúdo aumenta com o tempo (NAGEL; WULF, 1979) como observado na Figura 14.

Na literatura não existem dados de análises feitas em tempos de armazenamento diferentes, porém já foi descrito que durante a fermentação e o processo de envelhecimento, os compostos do vinho sofrem transformações estruturais através de reações de oxidação e condensação, as quais exercem grande influência na adstringência do vinho e na sua cor (GUERRA, 1998; GONZALEZ-MANZANO; RIVAS-GONZALO; SANTOS-BUELGA, 2004; MONAGAS; BARTOLONE; GOMEZ-CORDOVES, 2005). Portanto, a composição final de compostos no vinho depende do conteúdo de polifenóis das uvas, dos parâmetros de extração, dos métodos de produção do vinho, assim como das reações químicas que ocorrem durante o processo de envelhecimento (CZYZOWSKA; POGORZELSKI, 2004; GARCIA-VIGUERA; BRIDLE, 1995; SUN et al., 2002).

Análise do índice de pigmentos polimerizados durante o envelhecimento em garrafa indicou aumento de polimerização nos dois tratamentos (Figura 21).

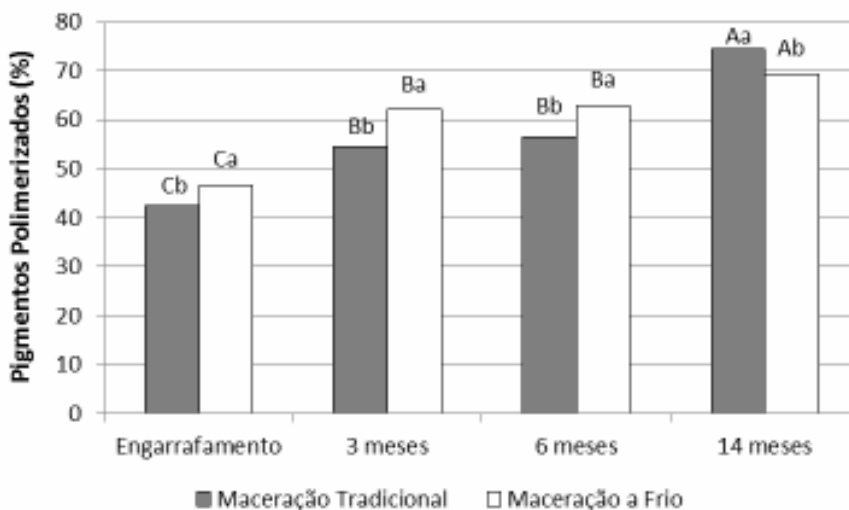


Figura 21 - Pigmentos polimerizados durante o envelhecimento do vinho Syrah submetido aos tratamentos de maceração tradicional e a frio. Letras maiúsculas diferentes sobre as barras indicam diferença significativa entre as etapas de envelhecimento em cada tratamento e as letras minúsculas indicam a diferença entre os tratamentos em cada etapa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (n=3)

2.3.4.6 Compostos de aromas

Segundo Álvarez et al. (2005), a maceração pré-fermentativa a frio induziu aumento na concentração de compostos aromáticos na casta Monastrell. Parenti et al. (2004), ao estudarem a maceração pré-fermentativa a frio em vinificações de uvas em intervalos entre -5°C e 5°C, observaram melhorias de qualidade nos vinhos através de análises químicas e sensoriais.

Girard et al. (2001), em um estudo com uvas Pinot Noir, verificaram melhorias em todas as características sensoriais do vinho quando submetido a maceração pré-fermentativa a temperaturas negativas. No entanto, quando essa maceração se dava em temperaturas de aproximadamente 15°C, as melhorias eram insignificantes e os vinhos não diferenciavam do obtido pelo método tradicional de vinificação.

Segundo Côte-Real (2009), vinhos elaborados com maceração a frio podem ser considerados mais finos, com propriedades sensoriais mais elaboradas quando comparados com vinhos de maceração tradicional. Esta é, sem dúvida, uma grande vantagem do uso desta técnica.

A escolha do acetato de isoamila para acompanhamento do efeito da maceração nos compostos aromáticos deve-se ao fato dele ser considerado uma referência para aromas grosseiros. Segundo Flanzy (2003), vinhos que passaram pelo processo de maceração a frio apresentam caráter frutado, aroma de cassis e framboesa e fineza em boca, sendo geralmente menos rico em acetato de isoamila que vinhos de maceração tradicional.

A concentração em acetato de isoamila apresentou maior teor no final da fermentação alcoólica nos vinhos de maceração a frio, mas durante o processo de estabilização do vinho (fermentação malolática e estabilização tartárica) este aroma diminuiu significativamente, enquanto que no vinho com maceração tradicional observou-se aumento na concentração deste aroma nesta etapa, atingindo valores significativamente maiores no engarrafamento. O conteúdo de acetato de isoamila decresceu durante o período de envelhecimento nos dois tratamentos, porém o teor obtido no vinho do método tradicional foi praticamente o dobro do observado no do tratamento a frio (Figura 22).

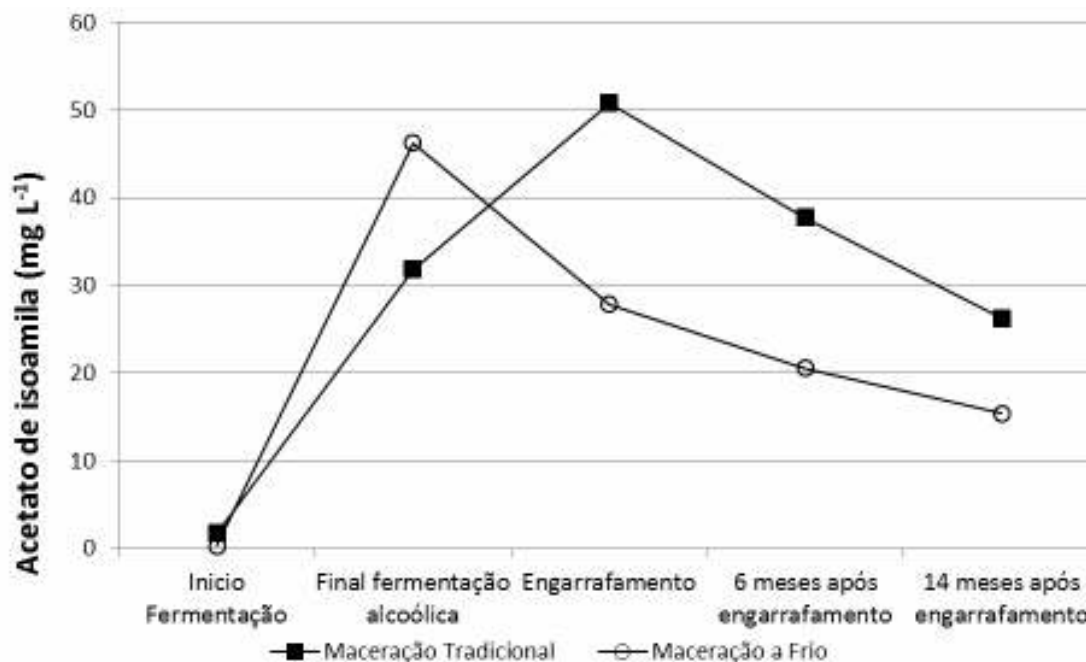


Figura 22 - Teor de acetato de isoamila em vinhos Syrah, submetidos a maceração a frio e tradicional, durante diferentes etapas da vinificação e armazenamento em garrafa por 6 e 14 meses

O conteúdo de acetato de isoamila decresceu durante o período de envelhecimento nos dois tratamentos, porém o teor obtido no vinho do método tradicional foi praticamente o dobro do observado no do tratamento a frio (Figura 22).

2.3.5 Análise sensorial

A análise sensorial é indispensável na apreciação da qualidade e da tipicidade dos vinhos e no controle da qualidade, sendo elemento base para a atividade tecnológica, da produção à comercialização (CURVELO-GARCIA, 1988).

A composição química dos vinhos apresentados aos degustadores está representada na Tabela 8.

Tabela 8 - Composição química dos vinhos de uva Syrah, elaborados com maceração tradicional e a frio, após 14 meses de armazenamento em garrafa

	Maceração Tradicional	Maceração a frio
SO ₂ total (mg L ⁻¹)	22,40 a	16,53 a
SO ₂ livre (mg L ⁻¹)	9,60 a	12,80 b
Acidez total (g ác.tartárico L ⁻¹)	7,30 b	6,43 a
Densidade (20°C)	0,99476 b	0,99287 a
Álcool (%)	13,57 a	13,52 a
pH	3,70 a	3,71 a
Açúcares totais (g L ⁻¹)	2,62 b	2,27 a

Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quimicamente, os vinhos mantiveram os mesmos padrões, com diferença no conteúdo de SO₂ livre, acidez total, densidade e açúcares totais (Tabela 8). A redução da temperatura conservou o dióxido de enxofre no estado livre, o que contribui para a conservação microbiológica do vinho, porém o SO₂ no estado livre pode reagir com as antocianinas descolorindo-as (RIBÉREAU-GAYON et al., 2006). Menores teores de acidez do vinho deve-se ao contato prolongado do mosto com a casca e também à liberação de íons potássio da casca da uva (OUGH; BERG, 1971; ARNOLD; NOBLE, 1979). Apesar da diferença observada no conteúdo residual de açúcares entre os tratamentos, os valores não diferem entre si na prática, uma vez que as leveduras precisam de 17 g de açúcar para formar 1 °GL de álcool (FLANZY, 2000).

Os descritores sensoriais foram avaliados com base em uma escala hedônica de 5 pontos, sendo 1 muito fraco ou nulo e 5 muito forte (Tabela 9).

Tabela 9 - Descrição sensorial de vinhos Syrah com tratamento de maceração tradicional e maceração a frio, safra de 2009

Descritores sensoriais	Maturação Tradicional*	Maturação a Frio*
Limpidez	4,13 a	4,75 a
Intensidade	4,38 a	4,50 a
Tonalidade Azul	3,50 a	4,38 a
Tonalidade Amarela	1,38 a	1,00 a
Exame olfativo em repouso	3,25 a	3,38 a
Exame olfativo com agitação	3,38 a	3,63 a
Vegetal	1,63 a	2,13 a
Floral	1,38 a	2,00 a
Frutado	2,90 a	3,00 a
Animal	2,25 a	1,75 a
Madeira	2,00 a	2,00 a
Químico	1,38 a	1,38 a
Empíreo	2,50 a	1,88 a
Microbiológico	1,63 a	1,50 a
Doce	1,63 a	2,00 a
Ácido	3,00 a	2,50 a
Salgado	1,63 a	1,13 a
Amargo	1,90 a	1,90 a
Estrutura	3,38 a	3,38 a
Harmonia	3,13 a	3,63 a
Persistência em boca	3,00 a	3,50 a
Qualidade global	3,50 a	3,63 a

* Dados representam valores médios apresentados por oito degustadores treinados. Médias seguidas pela mesma letra na mesma linha não apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Apesar de não haver diferença significativa entre nenhum dos parâmetros avaliados quando ao tipo de maceração, podemos destacar maior tendência à tonalidade azul, que determina a qualidade do vinho ao longo do tempo, no vinho de maceração a frio, enquanto o do método tradicional apresentou valor médio de tonalidade amarela ligeiramente superior, indicando possível oxidação.

Avaliações como Vegetal, Floral, Harmonia e Persistência em boca também merecem destaque, pois em todos esses parâmetros a maceração a frio apresentou descritores ligeiramente superiores, indicando tendência à elaboração de um vinho de maior qualidade, tempo de guarda e sabor.

As figuras 23 a 29 ilustram as percepções sensoriais de cada degustador em relação aos vinhos elaborados com maceração a frio e pelo método tradicional.

O exame visual do vinho elaborado com maceração a frio apresentou avaliação mais homogênea entre os degustadores (Figura 23). Foi avaliado como apresentando maior limpidez, maior tonalidade azul e menor tonalidade amarela.

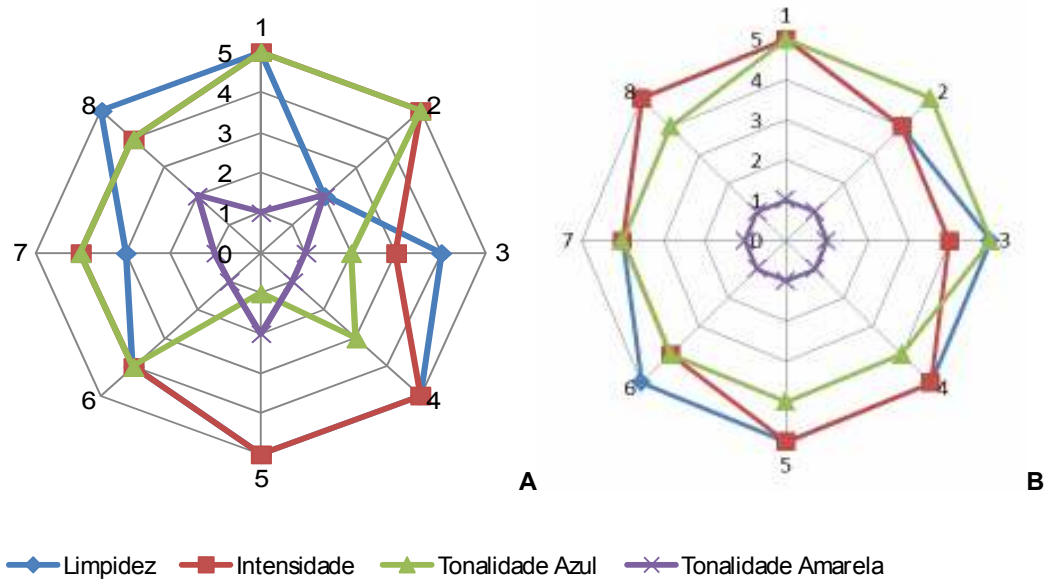


Figura 23 - Análise sensorial – exame visual dos vinhos de Syrah após 14 meses de envelhecimento em garrafa. (A) maceração tradicional e (B) maceração a frio

Como os vinhos foram submetidos a trasfegas, sem filtração, a pontuação média e fraca para limpidez obtida pelos vinhos de fermentação tradicional deve ser decorrente da maior quantidade de borra formada nesta vinificação.

Quanto à intensidade de cor, os dois tratamentos ficaram muito parecidos visualmente, tendo o tratamento tradicional uma classificação média. Este resultado difere do observado na análise química de intensidade de cor (Figura 17), onde a intensidade colorimétrica do vinho do tratamento tradicional é significativamente superior ao obtido por maceração a frio, o que nos leva a concluir que esta diferença não é perceptível a olho nú. Segundo Gómez-Míguez, Gonzáles-Miret e Heredia (2007) é necessário um mínimo de 3 unidades CIELAB para distinguir a cor entre os vinhos em uma análise sensorial. Estes autores obtiveram diferença entre os tratamentos tradicional e maceração a frio de vinhos da cultivar Syrah de 10,67 unidades CIELAB, sendo detectada melhoria na coloração dos vinhos jovens obtidos pela maceração a frio.

A tonalidade amarela no tratamento a frio foi avaliada como muito fraco ou nulo, e entre muito fraco ou nulo e fraco no tratamento tradicional, enquanto a tonalidade

azul foi percebida entre forte e muito forte no tratamento a frio e muito fraco ou nulo até muito forte no tradicional. Este resultado confirma que a menor degradação da cor azul no vinho elaborado a baixa temperatura (Tabela 7) é visualmente perceptível.

No exame olfativo em repouso, a intensidade aromática global foi classificada como média e forte para o vinho de maceração a frio e de fraco a forte para o vinho de maceração tradicional, onde para fraco teve apenas 1 indicação, ou seja, tratam-se de vinhos muito parecidos quanto a intensidade aromática com a taça em repouso (Figura 24).

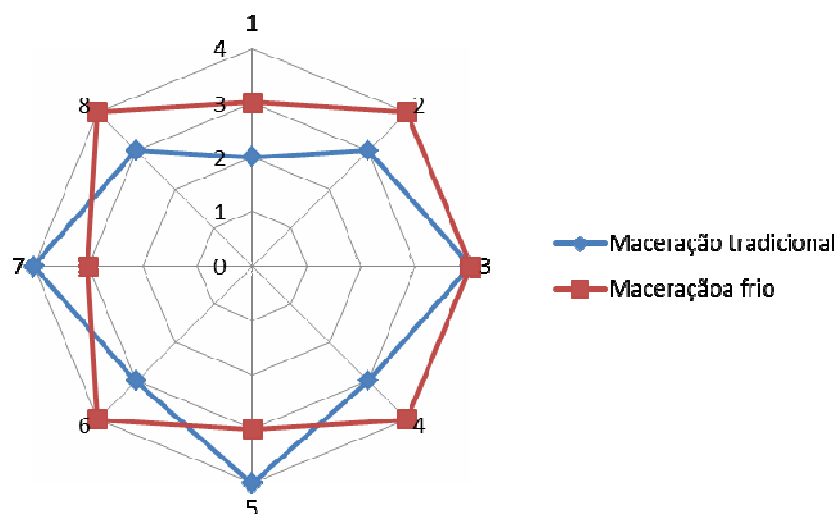


Figura 24 - Análise sensorial – exame olfativo em repouso (Intensidade olfativa) dos vinhos de Syrah após 14 meses de envelhecimento em garrafa elaborados com maceração tradicional e a frio

No exame olfativo direto (com agitação) o aroma frutado foi o predominante, seguido pelos aromas de madeira e empíreumáticos. O aroma animal foi mais fortemente reconhecido no tratamento tradicional, enquanto que o aroma floral apresentou maiores descritores no tratamento com maceração a frio. Os aromas microbiológicos e vegetais tiveram avaliação muito similar em ambos os tratamentos (Figura 25).

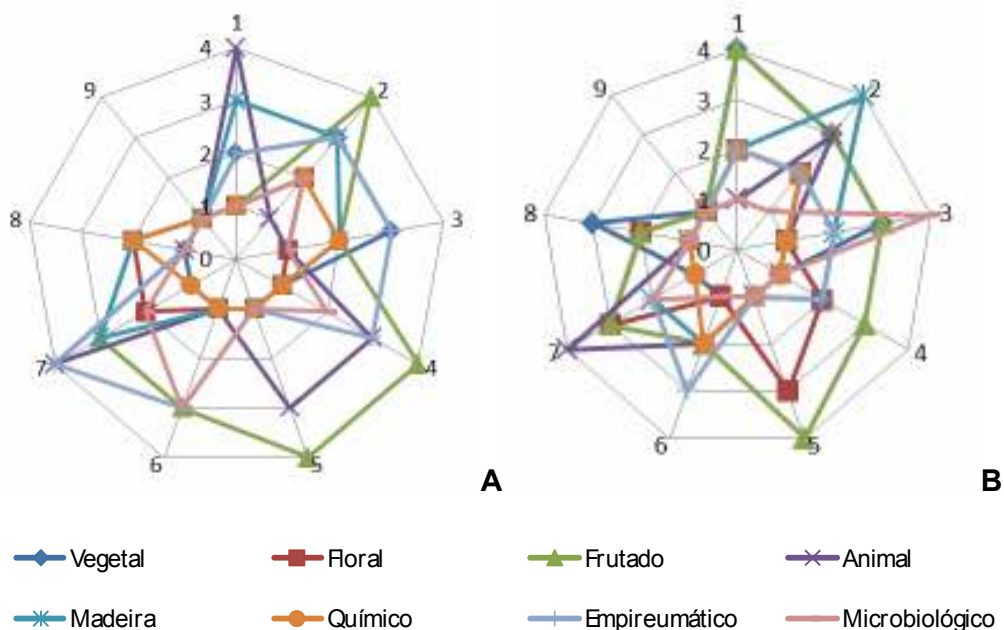


Figura 25 - Análise sensorial – exame olfativo direto (descritores aromáticos) dos vinhos de Syrah após 14 meses de envelhecimento em garrafa. (A) maceração tradicional e (B) maceração a frio

Como descritores complementares para o vinho do tratamento tradicional foram descritos aromas como fruta sobremadura, suor, couro, especiarias, mofo, torrefação, enquanto para o tratamento com maceração a frio foram descritos aromas finos, frutas frescas, terra molhada, especiarias, aromas “fechados”. Estes aromas fechados se devem ao fato de o vinho ter sido aberto somente no momento da degustação.

Após o degustador ter reconhecido quais classes aromáticas estavam presentes no vinho, foi avaliado a intensidade e a qualidade global destes aromas, ou seja, se o degustador percebeu um aroma herbáceo, neste item ele classifica se este aroma é intenso e qual a sua qualidade.

Na avaliação de intensidade aromática global (Figura 26) e qualidade aromática global (Figura 27) as maiores notas foram obtidas pelo vinho de maceração a frio.

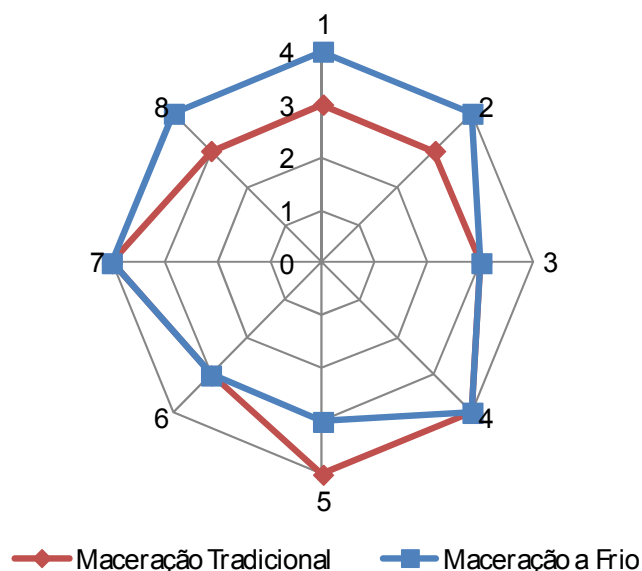


Figura 26 - Análise sensorial – exame olfativo agitando (Intensidade global) dos vinhos de Syrah após 14 meses de envelhecimento em garrafa elaborados com maceração tradicional e a frio

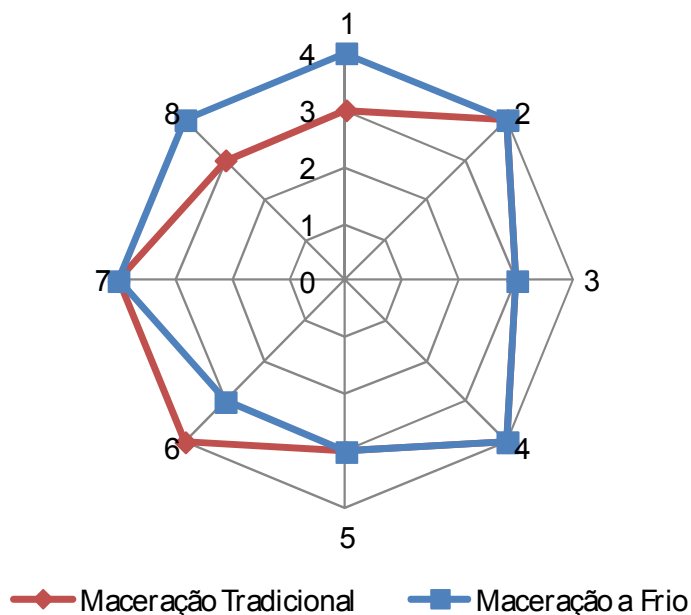


Figura 27 - Análise sensorial – exame olfativo agitando (Qualidade global) dos vinhos de Syrah após 14 meses de envelhecimento em garrafa elaborados com maceração tradicional e a frio

Segundo Vidal e Vuchot (2005), vinhos frutados devem apresentar reduzidos teores de taninos. Os autores observaram relação inversa entre os aromas frutados dos vinhos e seus respectivos teores de taninos. Neste trabalho, o vinho elaborado com maceração a frio apresentou menores teores de tanino e foi avaliado como um vinho com maior teor frutado provavelmente, também, devido a menor concentração de acetato de isoamila (Figura 22).

É importante que o enólogo conheça bem o potencial da uva com que trabalha e tenha bem definido o tipo de vinho que deseja obter, já que uma maceração menos ou mais prolongada interferirá decisivamente na extração dos diferentes compostos da uva. Vinhos para serem consumidos jovens devem possuir aromas frutados com composição fenólica em taxas não elevadas, enquanto vinhos de guarda necessitam de maior aporte em estrutura polifenólica e os aromas de fermentação e de envelhecimento são preferidos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003).

No exame gustativo simples (Figura 28), o vinho com maceração a frio foi avaliado como mais doce do que o vinho com maceração tradicional. Esta sensação provavelmente foi causada pela menor acidez do vinho elaborado com maceração a frio. Sabores amargo e salgado foram mais intensos no método tradicional, possivelmente devido a maior quantidade de taninos (Figura 19).

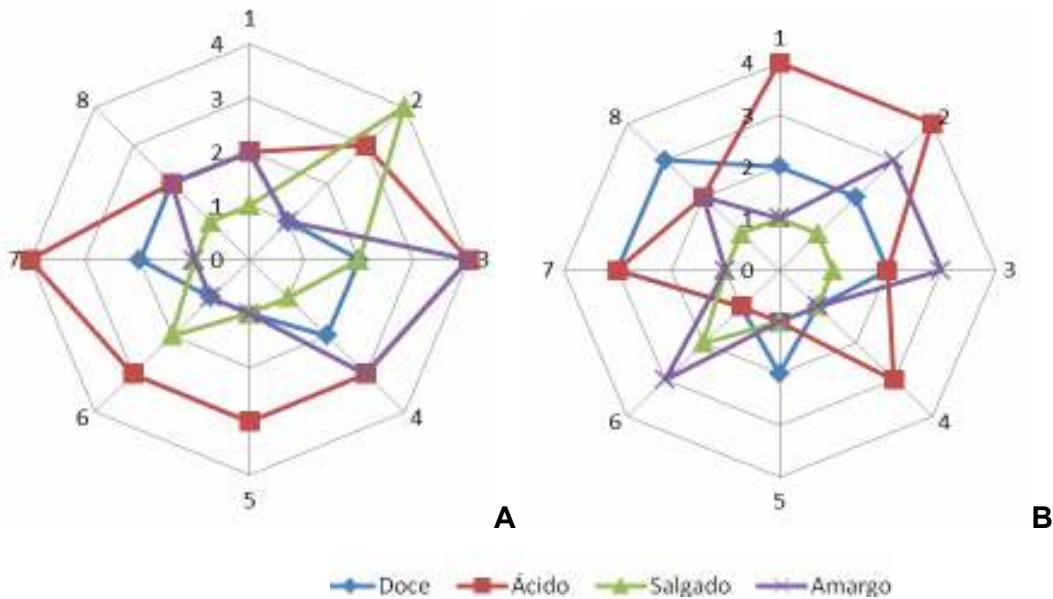


Figura 28 - Análise sensorial – exame gustativo simples (sabores básicos) dos vinhos de Syrah após 14 meses de envelhecimento em garrafa. (A) maceração tradicional e (B) maceração a frio

No exame gustativo complexo, o vinho com maceração a frio foi percebido como mais harmonioso e mais persistente em boca do que o vinho de maceração tradicional, apesar de não haver diferença estatística entre as médias. A estrutura foi percebida como maior na maceração tradicional (Figura 29).

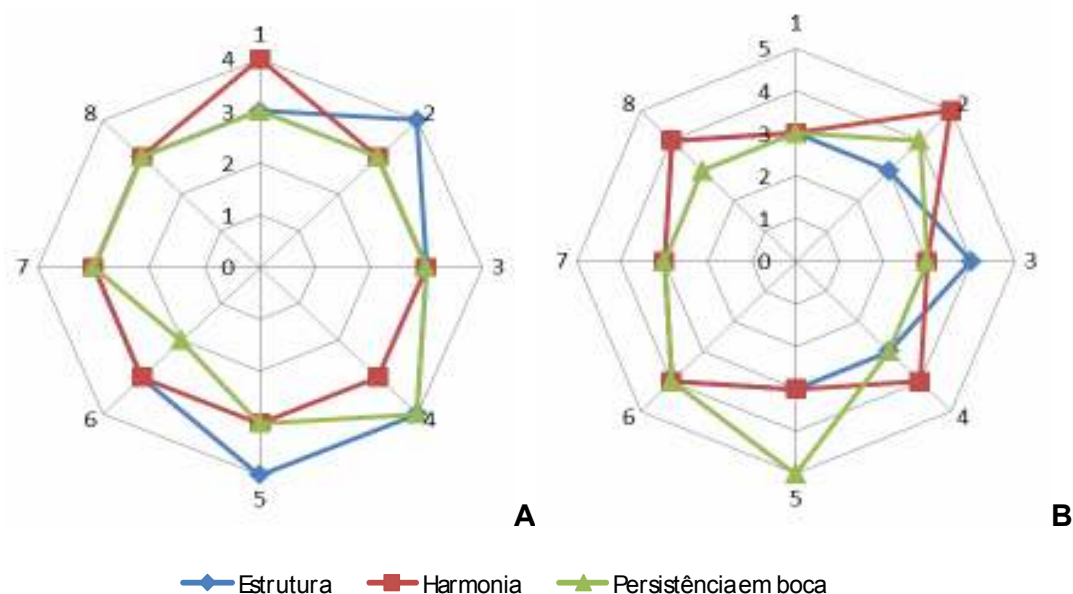


Figura 29 - Análise sensorial – exame gustativo complexo dos vinhos de Syrah após 14 meses de envelhecimento em garrafa. (A) maceração tradicional e (B) maceração a frio

Os degustadores foram solicitados a avaliar a qualidade global dos vinhos, indicando sua preferência. O vinho elaborado pelo método tradicional apresentou melhor apreciação global (Tabela 10).

Tabela 10 - Apreciação global de vinhos Syrah elaborados pelo método de maceração tradicional e maceração a frio na safra de inverno de 2009

	Média Global
Maceração Tradicional	7,98 a
Maceração a Frio	7,25 b

Médias seguidas pela mesma letra não apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

O vinho elaborado pelo método de maceração tradicional apresenta características aromáticas de vinho pronto para o consumo, enquanto que o de maceração a frio precisaria de alguns minutos de aeração, já que seus aromas apresentam-se “fechados”, sendo percebidos apenas depois de alguns minutos, mostrando ser um tratamento mais eficaz para vinho de guarda (BUJAN, ARTAJONA, 1995).

3 CONCLUSÕES

- O emprego de maceração pré-fermentativa a frio (5 a 8°C) com posterior fermentação a 15°C não aumenta a extração de antocianinas e compostos fenólicos de uvas Syrah cultivada em ciclo de inverno em relação a técnica de maceração tradicional (20 a 23°C).
- Maior temperatura e maior concentração de álcool aumentam a extração de antocianinas e compostos fenólicos, entretanto a redução no teor de antocianinas totais após o descube é maior no tratamento tradicional.
- O vinho elaborado com maceração a frio apresenta maior tonalidade, maior limpidez e maior aspecto azulado.
- Os vinhos elaborados pelo método de maceração a frio e tradicional envelhecidos por quatorze meses em garrafa não apresentam diferença significativa na concentração de compostos fenólicos.
- O vinho elaborado com método de maceração a frio apresenta maior aroma frutado e descritores complementares de aromas finos e frutas frescas, além de sabor mais doce, maior harmonia e persistência em boca, enquanto o vinho elaborado pelo método tradicional apresenta maior estrutura.

REFERÊNCIAS

- ALBERT, A.Z. **Syrah/Shiraz**: uma mesma uva no velho e no novo mundo. Disponível em: <<http://winexperts.terra.com.br/arquivos/varietais04.html>>. Acesso em: 27 jan. 2012
- ÁLVAREZ, I.; ALEIXANDRE, J. L.; GARCIA, M. J.; LIZAMA, V. Impact of prefermentative maceration on the phenolic and volatile compounds in Monastrell red wines. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 563, p. 109-115, 2006.
- AMERINE, M.A.; OUGH, C.S. **Methods for analysis of musts and wines**. New York: Willey, 1980. 341 p.
- AMORIM, D.A.; FAVERO, A.C.; REGINA, M.A. Produção extemporânea da videira, cultivar Syrah, nas condições do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 327-331, 2005.
- ARNOLD, R.A.; NOBLE, A.C. Effect of pomace contact on the flavor of Chardonnay wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis v. 30, p. 179–181, 1979.
- AUGUSTIN, M.; GLORIES, Y. Maturite phenolic dès raisins rouges: application au millée 1990. In: UNIVERSITÉ DE BORDEAUX. **Rapport des activités de recherches**: 1990-1992. Bordeaux: Univeité de Bordeaux, 1992. p. 55-57.
- BARRE, P., BLONDIN, B., DEQUIN. La levadura de fermentación alcohólica. In: FLANZY, C. (Ed.) **Enología**: fundamentos científicos tecnológicos. Madrid: AMV, 2000. p. 274-293.
- BAYONOVE, L.; BAUMES, R.; CROUZET, J.; GÜNATA, Z. Aromes. In: FLANZY, C. (Ed.). **Oenologie**: fondements scientifiques et technologiques. Paris: Lavoisier Tec & Doc, 1998. p. 163-235.
- BEER, D.; JOUBERT, E.; GELDERBLOM, W. C. A.; MANLEY, M. Phenolic compounds: a review of their possible role as in vivo antioxidants of wine. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 23, p. 48-61, 2002.
- BERG, H.W.; AKIYOSHI M. Some factors involved in browning of white wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 7, p. 1-7, 1971.
- BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of cabernet sauvignon and grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.
- BLOUIN, J. **Techniques d'analyses des moûts et des vins**. Paris: Dujardin – Salleron, 1992. 332 p.

BLOUIN, J.; GUIMBERTEAU, G. **Maturation et maturité des raisins**. Bordeaux, 2000.

BOULTON, R. The variation in skin composition and wine color for six vineyard sites. In: INTERNATIONAL BURGUNDY-CALIFORNIA-OREGON COLLOQUIUM, 3., 2000, Dijon. Dijon: Universitaire de la Vigne et Vin "Jules Guyot"; Institut Jules Guyot L'institut, 2000. p. 80-87.

_____. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine a critical review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, n. 2, p. 67-80, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Manual de métodos de análises de bebidas e vinagres**. Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1986. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 28 nov. 1986. Seção 1, pt. 2, 1986.

BRUNETON, J. **Elementos de fitoquímica y de farmacognosia**. Madrid: Ed. Acribia, 1991.

BUJAN, J.; ARTAJONA, J. **La cata**. Barcelona: Rubes Editorial, 1995. 45 p.

CABANIS, J.C.; LARROQUE, M. Determination of aluminium in wines by direct graphite furnace atomic absorption spectrometry. **Journal of the Association of Official Analytical Chemists**, Cidade, v. 77, n. 2, p. 463-466, 1994

CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, p. 144-149, 2011.

CANALS, R.; LLAUDY, C. M.; VALLS, J.; CANALS M. J. ; ZAMORA F. Influence of ethanol concentration on the extraction of color and phenolic compounds from the skin and seeds of tempranillo grapes at different stages of ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 53, p. 4019-4025, 2005.

CARBONNEAU, A. La viticulture tropicale mondiale. **Progrés Agricole et Viticole**, Montpellier, v. 127, p. 281-283, 2010

CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M.; SARNI-MACHADO, P. Les composés phénoliques. In: FLANZY, C. (Ed.) **Oenologie: fundements scientifiques et technologiques**. Paris: Tec. & Doc, 2006. p. 124-162.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Conjuntura mensal: derivados de uva**. Brasília, 2011. 4 p.

CONCEICAO, M.A.F.; TONIETTO, J. Potencial climático para a produção de uvas para a elaboração de vinhos finos no norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, p. 404-407, 2005.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUSA, M.J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, London, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007

CÔRTE-REAL, D.C.C. **Efeitos da maceração pré-fermentativa a frio e da aplicação de taninos enológicos na vinificação de tintos.** 2009. 69 p. Dissertação (Mestre em Viticultura e Enologia) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

CURVELO-GARCIA, A.S. Polifenóis: a cor dos vinhos. In: _____. **Controle de qualidade dos vinhos.** Lisboa: Instituto da Vinha e do Vinho, 1988. cap. 11, p. 311-347.

_____. Práticas enológicas internacionalmente reconhecidas. **Ciência e Técnica Vitivinícola**, Dois Portos, v. 20, n. 2, p. 105-130, 2005.

CZYZOWSKA, A.; POGORZELSKI, E. Changes to polyphenols in the process production of must and wine from black currants and cherries. Part II. Anthocyanins and flavanols. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 218, p. 355-359, 2004.

DALLAS, C.; SILVA, J.M.R.; LAUREANO, O. Interactions of oligomeric procyanidins in model wine solutions containing malvidin-3-glucoside and acetaldehyde. **Journal of the Science of Food Agriculture**, David, v. 70, p. 493-500, 1996a.

_____. Products formed in model wine solutions involving anthocyanins, procyanidin B2 and acetaldehyde. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 44, p. 2402-2407, 1996b.

DARIAS-MARTIÄN, J.; MARTIÄN-LUIS, B.; CARRILLO-LOÄ PEZ, M.; LAMUELA-RAVENTOÄ, S.R.; DIÄAZ-ROMERO, C.; BOULTON, R., Effect of caffeic acid on the color of red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 2062-2067, 2002.

EBELER, S.E. Analytical chemistry: unlocking the secrets of wine flavor. **Food Reviews International**, New York, v. 17, n. 1, p. 45-64, 2001.

ESCRIABANO-BAILÓN, M.T.; DANGLES, O.; BROUILLARD, R. Coupling reactions between flavylum ions and catechin. **Phytochemistry**, Kindlington, v. 41, p. 1583-1592, 1996.

ÉTABLISSEMENT NATIONAL TECHNIQUE POUR L'AMÉLIORATION DE LA VITICULTURE. **Catalogue des variétés et clones de vigne cultivés en France.** Le Grau du Roi, 1995. 357 p.

FAVERO, A.C. **Viabilidade de produção da videira 'syrah' em ciclos de verão e inverno no sul de Minas Gerais.** 2007. 112 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007

FAVERO, A.C.; AMORIM, D.A.; MOTA, R.V.; SOARES, A.M.; REGINA, M.A. Viabilidade de produção da videira 'Syrah' em ciclo de outono inverno na região Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 685-690, 2008.

FAVERO, A.C.; AMORIN, D.A.; MOTA, R.V.; SOARES, A.M.; SOUZA, C.R.; REGINA, M.A. Double-pruning of "Syrah" grapevines: a management strategy to harvest wine grapes during the winter in the Brazilian Southeast. **Vitis**, Siebeldingen, v. 50, n. 4, p. 151-158, 2011.

FERNÁNDEZ, M.C.L. **Contribución al estudio de los factores que afectan la astringencia del vino tinto**. 2006. 178 p. Tesis (Doctorado en Tecnología Enológica) - La Universitat Rovira i Virgili, Tarragona, 2006.

FLANZY, C. **Enologia: fundamentos científicos y tecnológicos**. Paris: Technique et Documentation, 2000. 783 p.

_____. (Coord.). **Enología: fundamentos científicos y tecnológicos**. 2. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 2003. 783 p.

GARCIA-VIGUERA, C.; BRIDLE, P. Analysis of phenolic compounds in non-colored red wines: A comparison of liquid chromatography and capillary zone electrophoresis. **Food Chemistry**, Wageningen, v. 54, p. 349-352, 1995.

GIL-MUÑOZ, R.; MORENO-PÉREZ, A.; VILA-LÓPEZ, R.; FERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, J.I.; MARTÍNEZ-CUTILLAS, A.; GÓMEZ-PLAZA, E. Influence of low temperature prefermentative techniques on chromatic and phenolic characteristics of Syrah and Cabernet Sauvignon wines. **European Food Research and Technology**, Berlin, v. 228, p. 777-788, 2009.

GIRARD, B.; YUKSEL, D.; CLIFF, M.; DELAQUIS, P.; REYNOLDS, A.G. Vinification effects on the sensory, colour and GC profiles of Pinot noir wines from British Columbia. **Food Research International**, Ottawa, v. 34, p. 483-499, 2001.

GIUSTI, M. M.; WROSLTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by uv-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R.E. **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Willey, 2000.

GLORIES, Y. La couleur des vins rouges, 2^a Partie Mesure, Origine et Interpretation. **Connaissance Vigne Vin**, Talence, v. 18, p. 253-271, 1984.

GONZÁLEZ, V.F. La base química del aroma del vino: un viaje analítico desde las moléculas hasta las sensaciones olfato-gustativas. Parte 1: efecto del alcohol y el buffer aromático, In: ENOFÓRUM, 2009, Piacenza. **Revista Internet de Viticultura e Enologia**, v. 9, 2009. Disponível em: < <http://www.infowine.com/>>. Acesso em: 03 maio 2011.

GONZÁLEZ-MANZANO, S.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C. Extracion of flavan-3-ols from grape seed and skin into wine using simulated maceration. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 513, p. 283-289, 2004.

GÓMEZ-MÍGUEZ, M.; GONZÁLEZ-MIRET, M.L.; HEREDIA, F.J. Evolution of colour and anthocyanin composition of Syrah wines elaborated with pre-fermentative cold maceration. **Journal of Food Engineering**, Québec, v. 79, p. 271-278, 2007.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; CHARAMELO, D.; BALADO, J.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, GIL, TESSORE, A.; CARBONNEAU, MOUTOUNET, M. Phenolic potencial of Tannat, Cabernet Sauvignon and Merlot grapes their correspondence with wine composition. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v.513, p.191-196, 2004.

GUERRA, C.C. **Parâmetros para algumas técnicas empregadas na elaboração de vinhos tintos de qualidade**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 1998. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/anais/cbve10/cbve10-cyted1.pdf>> Acesso em: 04 maio 2011.

_____. **Influência de parâmetros enológicos da maceração na vinificação em tinto sobre a evolução da cor e a qualidade do vinho**. 2003. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/anais/cbve10-cyted1.pdf>>. Acesso em: 03 maio 2011.

_____. Maturação da uva e condução da vinificação para elaboração de vinhos finos. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1., 2002, Caldas. **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG; FECD, 2002. p. 179-192.

_____. (Ed.). **Uva para processamento: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 68 p. (Frutas do Brasil, 36).

HARBORNE, J.B.; GRAYER, R.J. **The flavonoids, advances in research since 1980**. London: Chapman et Hall, 1988.

HEATHERBELL, D.; DICEY, M.; GOLDSWORTHY, S.; VANHANEN, L. Effect of prefermentation cold maceration on the composition, color and flavor of Pinot Noir wine. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COOL CLIMATE ENOLOGY AND VITICULTURE, 4., 1996, Rochester. New York: T. Henick-Kling, T.E. Wolf and E.M. Harkness, 1996. p. VI-10–17.

HIDALGO, J. **Tratado de enología**. Madrid: Mundi Prensa, 2003. 1423 p.

JACKSON, D.I., LOMBARD, P.B. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality – a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, n. 4, p. 409-430, 1993.

KALLITHRAKA, S.; BAKKER, J.; CLIFFORD, M.N. Red wine and model wine astringency as affected by malic and lactic acid. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, p. 416-420, 1997.

KENNEDY, J. A grape and wine phenolics: observations and recente findings. **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago, v. 35, n. 2, p. 107-120, 2008.

MALACRIDA, C.R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

MARTÍNEZ, J.; LÓPEZ, R.; SANTAMARÍA, P. **Técnicas enológicas para favorecer la extracción de los polifenoles durante la maceración**. Disponível em: <<http://www.larioja.org/agricultura/publicaciones/cuadernodecampo/ap8.htm>>. Acesso em: 26 abr. 2010.

MATEUS, N. **A química dos sabores do vinho-polifenóis**. Disponível em: <<http://www.ragc.cesga.es/RRAGC/revista2009/quimica.html>>. Acesso em: 28 abr. 2011

MATEUS, N.; FREITAS, V. de. Últimos progressos científicos sobre os pigmentos do vinho. **Revista Internet de Viticultura e Enologia**, 5 p., 2006. Disponível em: <<http://www.infowine.com>>. Acesso em: 14 maio 2011.

MIELE, A.; RIZZON, L.A.; ZANUS, M.C. Discriminação de vinhos tintos brasileiros de acordo com a região vitícola, varietal e vinícola. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, p. 268-327, 2010.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Tokyo, 1994. 49 p.

MONAGAS, M.; BARTOLOME, B.; GOMEZ-CORDOVES, C. Updated knowledge about the presence of phenolic compounds in wine. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Oregon, v. 45, p. 85-118, 2005.

MOTA, R.V.; AMORIN, D.A.; FÁVERO, A.C.; GLORIA, M.B.A.; REGINA, M.A. Caracterização físico-química e amins bioativas em vinhos da cv. Syrah. I. Efeito do ciclo de produção. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 380-385, 2009.

MOTA, R.V.; FAVERO, A.C.; SILVA, C.P.C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T.M.; REGINA, M.A. Wine grape quality of grapevines grown in the cerrado ecoregion of Brazil. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Bordeaux, v. 45, p. 101-109, 2011.

MOTA, R.V.; SILVA, C.P.C.; FAVERO, A.C.; PURGATTO, E.; SHIGA, T.M.; REGINA, M.A. Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, p. 1127-1137, 2010.

NAGEL, C.W.; WULF, L.W. Changes in the anthocyanins, flavonoids and hydroxycinnamate acid esters during the fermentation and aging of Merlot and Cabernet Sauvignon, **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 30, p. 72-76, 1979.

OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN. **Recueil des methodes internationales d'analyse des vins et des mouts**. Section 2: Analyses physiques. Paris, 2003. 18 p.

OREGLIA, F. **Enologia: teorico-practica**. Mendonza: Editora Acrilis, 1964. 864 p.

ORLANDO, T.G.S.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; SANTOS, A.O.; HERNADES, J.L. Comportamento das cultivares Cabernet Sauvignon e Syrah em diferentes porta-enxertos. **Ciências Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 749-755, 2008.

OUGH, C.S.; AMERINE, M.A. Studies with controlled fermentation. VI. Effects of temperature and handling on rates, composition, and quality of wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 12, p. 117-128, 1961.

OUGH, C.S.; BERG, H.W. Simulated mechanical harvest and gondola transport. 11. Effect of temperature, atmosphere, and skin contact on chemical and sensory qualities of white wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 22, p. 194-198, 1971.

PARENTI, A.; SPUGNOLI, P.; CALAMAI, L.; FERRARI, S.; GORI, C. Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan Sangiovese grape. **Journal European Food Research and Technology**, Berlin, v. 218, p. 360-366, 2004.

PEYNAUD, E. **Le vin et es jours**. Paris: Edit. Dunod, 1988. 476 p.

PEZET, R.; CUENAT Ph. Resveratrol in wine: extraction from skin during fermentation and post-fermentation standing of must from gamay grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 47, p. 287-290, 1996

PIÑEIRO, Z.; NATERA, R.; CASTRO, R.; PALMA, M.; PUERTAS, B.; BARROSO, C.G. Characterization of volatile fraction of monovarietal wines: Influence of winemaking practices. **Analytica Chimica Acta**. Amsterdam, v. 563, p. 65-172, 2006.

RAZUNGLES, A.; BIDAN, P. Réflexion sur la dégustation: de la nécessité d'une standardisation des descripteu en analyse sensorielle des vins. **Revue Française d'Oenologie**, Paris, v. 109, p. 3-10, 1987.

REGINA, M.A.; AMORIM, D.A.; FAVERO, A.C.; MOTA, R.V.; RODRIGUES, D.J. Novos polos vitícolas para produção de vinhos finos em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 111-118, 2006

REGINA, M.A.; MOTA, R.V.; FAVERO, A.C.; SHIGA, T.M.; SILVA, L.H.J.; SOUZA, W.C.; NOVELLI, F.A.D.; SOUZA, C.R. Caracterização físico-química de uvas viníferas cultivadas em regime de dupla-poda no nordeste do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Viticultura Enologia**, Bento Gonçalves, v. 3, n. 3, p. 84-92, 2011.

REMY, S.; FULCRAND, H.; LABARBE, B.; CHEYNIER, V.; MOUTOUNET, M. First confirmation in red wine of products resulting direct anthocyanin-tannin reactions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Davis, v. 80, p. 745-751, 2000

RIBÉREAU-GAYON, P.; DUBOURDIEU, D.; DONÈCHE, B.; LONVAUD, A. Red winemaking. In: _____. **Handbook of enology**. 2nd ed. 2006. v. 1: The microbiology of wine and vinifications, chap. 12, p. 327-395.

RIBÉREAU-GAYON, P.; GLORIES, Y.; MAUJEAN, A.; DUBOURDIEU, D. Phenolic Compounds. In: _____ **Handbook of enology**. 2nd ed, West Sussex: John Wiley, 2002. v. 2: The chemistry of wine, stabilization and treatments, chap. 6, p. 141-203.

_____. **Tratado de enología**: química del vino, estabilización y tratamientos. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 2003. v. 2, 537 p.

RISTIC, R.; ILAND, P.G. Relationships between seed and berry development of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz: developmental changes in seed morphology and phenolic composition. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, London, v. 11, n. 1, p. 43-58, 2005.

RIZZON, L.A. Teor de cátions dos vinhos da Serra Gaúcha. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL VINHO E SAÚDE, 2005, Bento Gonçalves. **Vinho e saúde**: vinho como alimento natural. Bento Gonçalves: IBRAVIN, 2005. p. 41-42.

RIZZON, L.A.; ZANUZ, M.C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vitícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 2, 1998.

RIZZON, L.A.; MIELE, A.; MENEGUZZO, J.; ZANUZ, C. Efeito de três processos de vinificação sobre a composição química e a qualidade do vinho Cabernet Franc. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 7, p. 1285-1293, 1999.

ROSIER, P.J. **Interpretation des caracteres analytiques et sensoriels de vins blancs de la region des craves en fonction de certains facteurs cultura ux de la vigne**. 1992. 294 p. These (Doctorat de L' Universite de Bordeaux II Mention Oenologie- Ampelologie) - Institut D' Oenologie, Universite de Borbeaux, 1992.

SILVA, T.G. **Diagnóstico vitivinícola do Sul de Minas Gerais**. 1998. 196 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; GOSMANN, G., MELLO, J.C.P. de; MENTZ, L.A.; PETROVICK, P.R. (Org.). **Farmacognosia**: da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre: Ed. da UFRGS; Florianópolis: Editora da UFSC, 2011. 1102 p.

SINGLETON, V.L.; TROULADE, E.K. Anthocyanin-tannin interactions explaining differences in polymeric phenols between white and red wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, p. 63-70, 1992.

SIVILOTTI, P.; BONETTO, C.; PALADIN, M.; PETERLUNGER, E. Effect of soil moisture availability on merlot: from leaf water potential to grape composition. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 56, p. 9-18, 2005.

SOMERS, T.C. The polymeric nature of wine pigments. **Phytochemistry**, Kindlington, v. 10, p. 2175-2186, 1971.

STREVER, A.E. **Remote sensing as a tool for viticulture research in South-Africa with specific reference to *terroir* studies.** 2007. p. 393-400. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/754/754_52.htm>. Acesso em: 20 abr. 2011.

SUDRAUD, P. Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges. **Annals Technology Agriculture**, Paris, v. 7, p. 203-208, 1958.

SUN, J.; CHU, Y.F.; WU, X.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 7449-7454, 2002.

TIMBERLAKE, C.F.; BRIDLE, P. Interactions between anthocyanins phenolic compounds and acetaldehyde and their significance in red wines. The effect of processing and other factors on the colour characteristics of some red wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 27, p. 97-105, 1976.

TONIETTO, J. Afinal, o que é *terroir*? **Bom Vivant**, Flores da Cunha, v. 8, n. 98, p. 8, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos>>. Acesso em: 08 abr. 2011.

TORRES, A.G. **Avaliação de compostos fenólicos em vinhos tintos brasileiros Cabernet Sauvignon, Cabernet Franc e Merlot.** 2002. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

TORSKANGERPOLL, K.; NORBAEK, R.; NODLAND, E.; OVSTEDAL, D.O.; ANDERSEN, M. Anthocyanin content of Tulipa species and cultivars and its impact on tepal colours. **Biochemical Systematics and Ecology**, Oxford, v. 33, p. 499-510, 2005.

UNIÃO BRASILEIRA DE VITIVINICULTURA. **Comercialização de vinhos e derivados.** Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/pdf/comercializacao2006a2011_dez.pdf>. Acesso em: 27 jan. 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. **Produção de vinhos.** Disponível em: <http://www.enq.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_pos2004/vinho_cerveja/inicial_vinhos.html>. Acesso em: 15 fev. 2011.

USSEGLIO-TOMASSET, L. Interventi e trattamenti nella produzione dei vini rosati per mezzo della macerazione carbonica. **Vini d'Italia**, Brescia, v. 28, n. 3, p. 65-70, 1986.

_____. L'evoluzione dell'acido malico nei vini. **Vini d'Italia**, Brescia, v. 33, n. 3, p. 21-31, 1991.

VIDAL, S.; VUCHOT, P. Conhecimento e controlo dos compostos aromáticos e fenólicos dos vinhos. **Revista Internet de Viticultura e Enologia**, v. 7, p. 11, 2005. Disponível em: <<http://www.infowine.com/>>. Acesso em: 03 maio 2011.

VIVAS, N. Les tanins oenologiques, d'hier à aujourd'hui: une révolution discrète que nous devons assimiler dans les pratiques de chais. **Revue des Oenologues et des Techniques Vitivinicoles et Oenologiques**, Bourgogne, v. 28, n. 98, p. 11-14, 2001.

ZANUS, M.C.; PEREIRA, G.E. Degustação de vinhos e espumantes. **Informe Agropecuário**, Vinhos finos: rumo à qualidade, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 126-132, 2006.

ANEXOS

DEGUSTAÇÃO – CLASSIFICAÇÃO DE AROMAS		
FRUTADO	Citrus	Laranja Tangerina Maracujá Limão
	Pequenas frutas	Amora Cassis Morango Framboesa
	Fruta seca	Uva passa Compotas Figo Ameixa
	Fruta de arvore	Cereja Damasco Pêssego Manga Maçã
	Fruta tropical	Abacaxi Melão Banana
FLORAL		Camélia Cravo Dama da noite Rosa Violeta Gerânio
VEGETAL	Enlatado/cozido	Feijão verde Aspargo Azeitona verde e preta Alcachofra
	Fresco	Grama verde cortada Pimentão Eucalipto Menta
	Seco	Feno/palha Chá Tabaco
ANIMAL		Couro Suor Caça Camundongo Cavalo
MADEIRA		Baunilha Cedro Serragem Carvalho
QUÍMICO		Enxofre Querosene Plástico Etanol Acido acético Borracha Fosforo queimado
EMPIREUMÁTICO		Torrefação Tostado Açúcar queimado Defumado Café Chocolate Melaço Mel
MICROBIOLÓGICO	Levedura	Borra Fermento de pão
	Lático	Iogurte chucrute

Quadro 1 - Classificação de aromas utilizada na avaliação organoléptica para padronizar os resultados (RAZUNGLES; BIDAN, 1987).

Avaliação sensorial								
Degustador:			Data:		N° amostra:			
Exame	N°	Característica	1 Muito fraco ou nulo	2 Fraco	3 Médio	4 Forte	5 Muito forte	
Visual	1	Limpidez						
	2	Intensidade						
	3	Tonalidade Azul						
	4	Tonalidade amarela						
Olfativo em repouso	5	Intensidade global						
Olfativo Agitando/ via direta	6	Aroma vegetal						
	7	Aroma floral						
	8	Aroma frutado						
	9	Aroma animal						
	10	Aroma madeira						
	11	Aroma químico						
	12	Aroma empireumático						
	13	Aroma microbiológico						
	14	Intensidade global						
	15	Qualidade global						
Gustativo simples	16	Doce						
	17	Acido						
	18	Salgado						
	19	Amargo						
Gustativo complexo	20	Estrutura						
	21	Harmonia						
	22	Persistência em boca						
Qualidade global	23	Nota de 0 a 10						
Descrição complementar	24							
Observações								

Quadro 2 - Ficha descritiva de avaliação sensorial de vinhos tintos

Data	Maceração Tradicional		Maceração a Frio	
	Densidade	Temperatura (°C)	Densidade	Temperatura (°C)
09/09/2009	1094	23	1094	5
10/09/2009	1094	21	1094	5
11/09/2009	1080	20	1094	7
12/09/2009	1042	23	1094	7
13/09/2009	1028	20	1094	8
14/09/2009	1021	21	1094	8
15/09/2009	1005	22	1094	8
16/09/2009	997	20	1090	12
17/09/2009	995	20	1090	15
18/09/2009	-	-	1089	15
19/09/2009	-	-	1082	14
20/09/2009	-	-	1069	14
21/09/2009	-	-	1056	15
22/09/2009	-	-	1046	15
23/09/2009	-	-	1038	15
24/09/2009	-	-	1032	15
25/09/2009	-	-	1024	15
26/09/2009	-	-	1018	15
27/09/2009	-	-	1014	15
28/09/2009	-	-	1000	14
29/09/2009	-	-	998	14
30/09/2009	-	-	995	14

Quadro 3 - Valores de densidade e temperatura nas datas de coleta das amostra, durante a fermentação alcoólica