

URI - CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES ITALIANAS (*Vitis vinifera* L.)
INTRODUZIDAS NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI/RS PARA
ELABORAÇÃO DE VINHOS EM UNIDADE DE
MICROVINIFICAÇÃO**

ALESSANDER LODI RISSINI

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos da URI-Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

ERECHIM, RS - BRASIL

FEVEREIRO DE 2012

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES ITALIANAS (*Vitis vinifera* L.)
INTRODUZIDAS NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI/RS PARA
ELABORAÇÃO DE VINHOS EM UNIDADE DE
MICROVINIFICAÇÃO**

ALESSANDER LODI RISSINI

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de pós-graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Prof^a. Eunice Valduga, D.Sc.
Orientador

Prof^o. Marco Di Luccio, D.Sc.
Orientador

Prof^a. Luisa Helena Rychcki Hecktheuer, D.Sc.
(UFSM)

Prof^o. Rogério Marcos Dallago, D.Sc.
(URI – Campus de Erechim)

Erechim, 29 de fevereiro de 2012.

À minha esposa Cíntya,
parceira em todos os momentos,
dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível graças ao apoio e a colaboração de diversas pessoas, às quais sou eternamente grato, especialmente:

Ao meu pai Ivaldino e a minha mãe Rosecler (*in memoriam*), pelo exemplo de vida e por sempre me incentivarem a buscar novos desafios.

À Prof^a. Dr^a. Eunice Valduga, pela valiosa contribuição a este trabalho.

Ao Prof^o. Dr. Marco Di Luccio, pelas orientações, atenção e respeito a mim dispensado e, principalmente, por ter me dado a oportunidade de dissertar sobre o tema que tanto me dá prazer.

À Mariane Zanella, pela colaboração na execução das análises laboratoriais.

Aos Carlos Alberto Angonese e Valmir Dartora (EMATER Erechim), pela colaboração no fornecimento dos dados da produção vitivinícola de Erechim.

Ao amigo e colega Jeferson Stefanello Piccin, pela ajuda na pesquisa de bibliográfica das variedades de uvas italianas.

Aos funcionários da URI (Central de Materiais e laboratórios), pelo auxílio e prestatividade.

A todos que de alguma forma auxiliaram na realização deste trabalho.

Resumo da dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

**AVALIAÇÃO DE CULTIVARES ITALIANAS (*Vitis vinifera* L.)
INTRODUZIDAS NA REGIÃO DO ALTO URUGUAI/RS PARA
ELABORAÇÃO DE VINHOS EM UNIDADE DE MICROVINIFICAÇÃO**

ALESSANDER LODI RISSINI

Fevereiro/2012

Orientadores: Eunice Valduga

Marco Di Luccio

Neste estudo avaliou-se a adaptação inicial de cultivares italianas (*Vitis vinifera* L.), durante a safra 2010, implantadas em Erechim / RS - Brasil, através da avaliação da maturação da uva (pelos índices °Brix/Acidez Total e °Brix.pH²), e de análises químicas dos mostos (°Brix, acidez total e volátil, pH, açúcares redutores e teor dos ácidos tartárico e málico), além da descrição das características físicas das bagas (comprimento, largura, peso e formato) e cachos (peso). Foram realizadas microvinificações a partir do sistema clássico de fermentação para cada variedade, em recipientes de vidro. Foram realizadas análises durante o processo de vinificação e estabilização para o acompanhamento da evolução do vinho. A análise completa do vinho foi realizada no momento do engarrafamento. As variáveis analisadas foram teor alcoólico, acidez total e volátil e pH para todos os tipos de vinhos, além do teor de ácidos tartárico, málico e láctico, intensidade de cor e tonalidade dos vinhos tintos, através de análises físico-químicas clássicas. Os compostos minerais foram determinados através de absorção atômica. Das vinte e cinco cultivares implantadas, apenas nove variedades apresentaram condições para serem microvinificadas. Os resultados, embora não conclusivos, demonstram que as uvas não atingiram o estágio ótimo de maturação devido às condições

climáticas desfavoráveis, porém os valores de SST demonstram que as variedades apresentam bom potencial de produção de açúcar.

Palavras-chave: microvinificação, uvas *Vitis vinifera*, cultivares italianas.

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Degree of Master in Food Engineering.

**EVALUATION OF ITALIAN CULTIVARS (*Vitis vinifera* L.) INTRODUCED IN
THE REGION OF ALTO URUGUAI/RS FOR ELABORATE OF WINE IN
MICROVINIFICATION PROCESS**

ALESSANDER LODI RISSINI

Fevereiro/2012

Advisors: Eunice Valduga
Marco Di Luccio

This study investigated the initial adaptation of Italian cultivars (*Vitis vinifera* L.), during the vintage 2010, in Erechim, Rio Grande do Sul State, Brazil, by evaluating the ripening of the grape ($^{\circ}\text{Brix}/\text{total acidity}$ and $^{\circ}\text{Brix}.\text{pH}^2$), and chemical analysis of must ($^{\circ}\text{Brix}$, total and volatils acidity, pH, reducing sugars and tartaric and malic acid content), beyond the description of the physical characteristics of the berries (length, width, weight and shape) and bunches (weight). Microvinifications were made for each variety from the classic system of fermentation in glass containers. Analysis were carried during vinification and stabilization process. The variables studied were alcoholic content, total and volatile acidity and pH for all types of wines, beyond of tartaric, malic and lactic acid content, color intensity and hue of red wines using classical physicochemical analyzes. The mineral compounds were determined by atomic absorption. Of the twenty-five cultivars planted, only nine varieties presented suitable conditions to be submitted to microvinification. The results, while not conclusive, show that the grapes have not reached the optimal stage of maturation due to unfavorable weather conditions, but the values of SST show that the varieties have good potential for sugar production.

Key words: microvinification, *Vitis vinifera* grapes, italian cultivars.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mudanças físico-químicas durante a maturação de uvas.	18
Figura 2. Principais vias metabólicas da degradação das hexoses.	23
Figura 3. Classificação dos compostos fenólicos do ponto de vista enológico.....	29
Figura 4. Fermentação alcoólica através da via glicolítica.	47
Figura 5. Aspecto de condução das videiras – Sistema Espaladeira, Unidade experimental da URI – Campus de Erechim (Campus II)	57
Figura 6. Fluxograma simplificado do processo de elaboração de vinho tinto. Legenda: Açúcares redutores totais (ART), acidez total (AT), acidez volátil (AV), álcool (AL), SO ₂ total (ST), SO ₂ livre (SL), potencial hidrogeniônico (pH), ácido málico (AM)	60
Figura 7. Fluxograma simplificado do processo de elaboração de vinho branco. Legenda: Açúcares redutores totais (ART), acidez total (AT), acidez volátil (AV), álcool (AL), SO ₂ total (ST), SO ₂ livre (SL), potencial hidrogeniônico (pH).....	61
Figura 8. Aspecto visual das variedades microvinificadas em tinto: (a) Corvina, (b) Montepulciano, (c) Sangiovese e (d) Barbera, respectivamente, produzidas em Erechim durante a safra 2010.	68
Figura 9. Aspecto visual das variedades microvinificadas em branco: (a) Schiava, (b) Prosecco, (c) Greco di Tufo, (d) Vermentino, e (e) Verdiso, respectivamente, produzidas em Erechim durante a safra 2010.	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição das características físicas da baga da uva.	17
Tabela 2. Descrição do tamanho do cacho em função da massa.	17
Tabela 3. Os principais ácidos do vinho, suas concentrações médias nos vinhos e suas implicações organolépticas.	25
Tabela 4. Teores mínimos e máximos de minerais encontrados em vinhos tintos.	35
Tabela 5. Dados climáticos médios da cidade de Erechim-RS nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2010.....	58
Tabela 6. Parâmetros instrumentais utilizados no FAAS.....	65
Tabela 7. Características físicas (média \pm desvio padrão) dos cachos e das bagas das cultivares tintas produzidas em Erechim/RS durante a safra 2010.	70
Tabela 8. Características físicas (média \pm desvio padrão) dos cachos e das bagas das cultivares rosé e brancas produzidas em Erechim/RS durante a safra 2010.	71
Tabela 9. Características físicas das bagas e cachos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010, segundo descrição OIV (2001).....	74
Tabela 10. Índices de maturação das uvas produzidas em Erechim/RS durante a safra 2010 e a respectiva data da colheita.....	75
Tabela 11. Resultado das análises químicas dos mostos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010, submetidos à microvinificação em tinto, na ocasião da colheita.	77
Tabela 12. Características analíticas dos mostos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010, submetidos à microvinificação em branco, na ocasião da colheita.....	78

Tabela 13. Características analíticas dos vinhos tintos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010.....	82
Tabela 14. Características analíticas dos vinhos brancos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010.....	83
Tabela 15. Concentração de minerais e nitrogênio de mostos e vinhos tintos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010 (mg.L ⁻¹).....	89
Tabela 16. Concentração de minerais e nitrogênio de mostos e vinhos brancos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010 (mg.L ⁻¹).	89

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	13
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1	Características das uvas	16
2.2	Maturação das uvas	17
2.2.1	Determinação do momento da colheita da uva	20
2.3	Composição química do vinho	21
2.3.1	Alcoóis.....	22
2.3.2	Ácidos orgânicos	24
2.3.3	Compostos fenólicos	27
2.3.4	Proteínas e outros compostos nitrogenados	31
2.3.5	Açúcares	31
2.3.6	Compostos aromáticos.....	32
2.3.7	Minerais.....	34
2.4	Cor dos vinhos	37
2.5	Vinificação.....	38
2.5.1	Procedimentos pré-fermentativos.....	39
2.5.1.1	Extração do mosto.....	40
2.5.1.2	Sulfitação.....	41
2.5.1.3	Adição de enzimas	44
2.5.2	Fermentações	44
2.5.2.1	Adição de leveduras	45
2.5.2.2	Fermentação alcoólica	46
2.5.2.3	Fermentação malolática	49
2.5.3	Estabilização dos vinhos	50
2.5.4	Engarrafamento e envelhecimento.....	52
2.6	Cultivares estudadas.....	53
2.6.1	Uvas Tintas	53
2.6.1.1	Sangiovese.....	53
2.6.1.2	Barbera.....	53
2.6.1.3	Corvina	54
2.6.1.4	Montepulciano	54
2.6.1.5	Schiava.....	54

2.6.2	Uvas brancas	54
2.6.2.1	Prosecco	54
2.6.2.2	Vermentino	55
2.6.2.3	Greco di Tufo.....	55
2.6.2.4	Verdiso	55
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
3.1	Amostragem.....	57
3.2	Elaboração dos vinhos.....	59
3.3	Metodologias analíticas.....	62
3.3.1	Características físicas da baga e do cacho	62
3.3.2	Sólidos solúveis totais (SST).....	63
3.3.3	pH.....	63
3.3.4	Acidez total.....	63
3.3.5	Acidez volátil	63
3.3.6	Álcool.....	64
3.3.7	Componentes minerais.....	64
3.3.8	SO ₂ total e livre.....	65
3.3.9	Índices de cor	66
3.3.10	Açúcares redutores totais.....	66
3.3.11	Ácidos orgânicos	66
3.4	Tratamento estatístico.....	67
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	68
4.1	Características das uvas	68
4.2	Características dos mostos	74
4.3	Características dos vinhos	80
5.	CONCLUSÕES E SUGESTÕES	94
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96

1. INTRODUÇÃO

A vitivinicultura é uma atividade economicamente importante no mundo globalizado. Além de gerar riqueza, os produtos dela advindos agregam as pessoas de diversas formas: em confraternizações, na busca de lazer e na contemplação do território através da cultura e do ambiente. Nas últimas décadas este setor tem sido valorizado por países não tradicionais na atividade, de modo que a participação da Europa (berço da vitivinicultura) na produção de vinhos vem diminuindo em relação aos demais continentes (MELLO, 2009).

O Brasil ocupou em 2007 a 15ª posição no ranking dos produtores mundiais de vinhos com uma produção de 350,2 milhões de litros de vinhos (OIV, 2007). Apesar de não se dispor de estatísticas atuais sobre a produção e comercialização nacional de vinhos, pode-se ter uma boa aproximação do desempenho do setor vinícola através da análise dos dados de produção do Rio Grande do Sul, estado responsável por mais de 90% da produção nacional de vinhos. Em 2010, foram produzidos neste estado 220 milhões de litros de vinhos, dos quais 24,8 milhões de litros correspondem a vinhos finos (provenientes de uvas *Vitis vinifera*). Comparando com o ano de 2007, quando foram produzidos 318,4 milhões de litros de vinhos no Rio Grande do Sul (UVIBRA, 2011), poder-se-ia concluir que a produção nacional de vinhos apresentou uma redução em 2010, entretanto é necessário levar em consideração que a safra gaúcha deste ano foi fortemente prejudicada por fatores climáticos (MELLO, 2011).

O consumo de vinho per capita no Brasil é muito baixo (cerca de 1,7 litros) se comparado com outros países sul americanos como Argentina, Uruguai e Chile, cujo consumo per capita é de 28,3, 25,9 e 17,9 litros, respectivamente (OIV, 2007). Atualmente, associações enológicas (por exemplo, UVIBRA e ABE), associações de vitivinicultores, importadores e as próprias vinícolas estão empenhadas em desenvolver a cultura do vinho no Brasil. Além disto, estudos sobre os benefícios do consumo de vinho para a saúde humana (PADILLA et al., 2005, DOLL et al., 2005), a diminuição dos

preços de comercialização, a utilização do vinho na gastronomia e a melhoria da qualidade têm estimulado o crescimento do setor. Assim, o consumo per capita de vinho no Brasil tende a crescer devido ao fortalecimento da economia nacional. Isto demonstra o potencial de crescimento deste mercado no Brasil e justifica a necessidade da busca por novas regiões produtoras de vinhos, como é o caso das promissoras regiões da Serra do Sudeste e Campanha gaúcha.

A região gaúcha do Alto Uruguai tem pouca tradição na vitivinicultura. Dados da cidade de Erechim demonstram o bom potencial deste setor na região. A área de cultivo de uvas em Erechim é de 143 ha, da qual, quase sua totalidade é destinada ao cultivo de variedades americanas. A viticultura é desenvolvida em pequenas propriedades, num total de 155 produtores, dos quais 43 têm sua base econômica na produção, industrialização e comercialização de uvas. A produção anual de uvas é de 1800 toneladas, sendo que 875 toneladas são destinadas ao consumo *in natura* e à produção de doces e geleias, 170 toneladas são destinadas à produção de suco de uva e 105 toneladas são destinadas à produção de vinagre. O restante das uvas (650 toneladas) é destinado à produção de vinhos. Entretanto, a maioria deste vinho é utilizada para o consumo próprio dos produtores ou por várias outras famílias que adquirem estas uvas para produzir vinho para consumo próprio. Na região há registros de implantação de variedades *Vitis vinifera* (cvs. Cabernet Sauvignon, Merlot, Tannat, Pinot Noir, Touriga Nacional, Chardonnay, Moscato Gialo e Goethe) em diferentes cidades. A pequena produção das variedades européias é devido principalmente à baixa produtividade destas cultivares em relação às variedades americanas e por problemas de adaptação de algumas cultivares, como por exemplo, o ataque de abelhas em variedades de amadurecimento tardio (ANGONESE, 2011). Com base nestes dados pode-se verificar a importância da vitivinicultura para a região do Alto Uruguai, pois este setor é um exemplo típico de agricultura familiar sustentável com alta geração de emprego e renda, além de poder trazer benefícios para outros setores com o possível desenvolvimento do enoturismo na região, assim como o caso bem sucedido da Serra Gaúcha.

Com o intuito de desenvolver a vitivinicultura no Alto Uruguai, foi criado o projeto ForTe, do qual esta pesquisa é parte integrante. Este projeto objetiva o

intercâmbio entre universidades nacionais (Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai – URI, Campus de Erechim, a Universidade do Sul de Santa Catarina – Unisul, Campus de Tubarão e a Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc, Campus de Videira) e a Província de Treviso da Itália, por intermédio da *Scuola Enologica de Conegliano*, para a transferência de tecnologia da cadeia de vitivinicultura.

O projeto ForTe tem por finalidade o desenvolvimento da vitivinicultura nas regiões das três universidades conveniadas através da implantação de técnicas e tecnologia de microvinificação, atualmente utilizadas na Província de Treviso - Itália. O projeto pode ser dividido em três etapas: (I) transferência de tecnologia de produção de mudas de videiras por intermédio da formação de bancos genéticos, (II) a implantação de unidades de produção experimentais em propriedades rurais e (III) a implantação de unidades de microvinificação.

Na região do Alto Uruguai já foram realizadas as etapas I e II pela implantação de variedades de uvas italianas em propriedades rurais dos municípios gaúchos de Erechim, Barão de Cotegipe, Itatiba do Sul e Severiano de Almeida e na Unidade Experimental da URI – Campus de Erechim (Campus II). O objetivo deste trabalho foi a execução inicial da etapa III onde, além da microvinificação, foram analisadas as características físicas das bagas, o estágio de maturação das uvas no momento da colheita e as propriedades físico-químicas dos mostos e vinhos produzidos, a fim de identificar as cultivares mais adaptadas à região.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Características das uvas

O vinho, segundo a legislação vigente (BRASIL, 1988), é a bebida obtida pela fermentação alcoólica do mosto simples, obtido pela prensagem ou esmagamento da uva sã, fresca e madura, com a presença ou não de suas partes sólidas e, para ser classificado como fino, deve conter teor alcoólico entre 8,6 e 14% (v/v) e elaborado exclusivamente de variedades *Vitis vinifera*. Desta forma, a qualidade de um vinho está diretamente ligada à qualidade da uva.

Segundo Guerra (2010), as uvas ideais para a elaboração de vinhos tintos de alta qualidade precisam apresentar as seguintes características físicas e químicas: bagas de tamanho pequeno e com casca espessa, que geram rendimentos moderados de mostos (no máximo 60%); teor de açúcar de no mínimo 220 g.L⁻¹, medido no mosto da uva madura; acidez entre 70,0 e 75,0 meq.L⁻¹; alto teor de antocianinas (pelo menos 800 meq.L⁻¹ de antocianinas totais no vinho ao final da maceração); teor de taninos de pelo menos 2,5 g.L⁻¹, expressos em taninos totais; alta extratibilidade de taninos e antocianinas das cascas (próxima a 100%); relação taninos das cascas/taninos das sementes de no mínimo 1,0. A obtenção de uvas com estas características asseguram a elaboração de vinhos com bom teor alcoólico e quantidades suficientes de componentes de cor e estrutura oriundos das cascas, conferindo maior longevidade ao vinho.

As uvas destinadas à elaboração de vinhos brancos não necessitam alcançar o grau de maturação das uvas vinificadas em tinto. Isto porque a acidez de uvas não excessivamente maduras confere a juventude e o frescor gustativo requeridos nos vinhos brancos (LONA, 2003).

Os parâmetros para a descrição física da baga e do cacho foram determinados pela OIV (2001) e estão demonstrados nas Tabelas 1 e 2. Estes parâmetros não possuem caráter qualitativo, pois servem apenas para padronizar e tornar mais objetiva a descrição das variedades de uvas.

Tabela 1. Descrição das características físicas da baga da uva.

dimensão	≈ 8 mm ou menos	≈ 13 mm	≈ 18 mm	≈ 23 mm	≈ 28 mm ou mais
comprimento	muito curta	curta	mediana	longa	muito longa
largura	muito estreita	estreita	mediana	larga	muito larga
massa	≈ 1 g ou menos	≈ 3 g	≈ 5 g	≈ 7 g	≈ 9 g ou mais
peso	muito baixo	baixo	médio	elevado	muito elevado

Fonte: OIV (2001).

Tabela 2. Descrição do tamanho do cacho em função da massa.

massa	≈ 100 g ou menos	≈ 300 g	≈ 500 g	≈ 700 g	≈ 900 g ou mais
peso	muito baixo	baixo	médio	elevado	muito elevado

Fonte: OIV (2001).

2.2 Maturação das uvas

Os fatores que influenciam a maturação das uvas são diversos e podem ser classificados como: a) fatores permanentes: são constantes e não variam de um ano para outro, são eles a região, o solo, a variedade, o porta-enxerto; b) fatores variáveis: estão relacionados com o clima anual (temperatura, precipitação, insolação e umidade); c) fatores modificáveis: referem-se às práticas culturais tais como a adubação, a poda e a irrigação; d) fatores acidentais: incidência de doenças e alterações climáticas como geada, granizo e secas (GRIS, 2010; GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

A maturação é normalmente definida como o período compreendido entre a troca de cor das bagas (*véraison*) e a colheita. Durante esse período, que pode prolongar-se por 40 a 60 dias, ocorrem inúmeras transformações fisiológicas e bioquímicas na videira e na uva, consequência da ação e estímulo hormonal (JACKSON, 2008). As principais modificações que ocorrem

durante a maturação da uva podem ser visualizadas na Figura 1, os quais podem ser resumidos como o aumento do volume da baga, o acúmulo de açúcares, a diminuição da acidez, o aumento do pH, o desaparecimento da clorofila, além do acúmulo de pigmentos corantes na casca, o amolecimento das bagas, o aparecimento de pruína, a síntese de substâncias aromáticas e a modificação do sabor (MOTA et al., 2006).

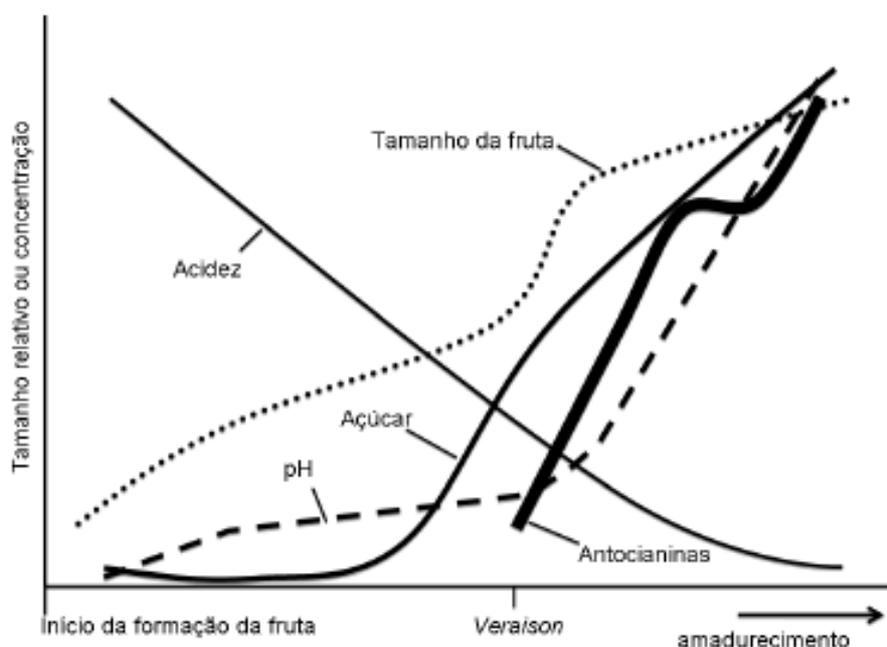


Figura 1. Mudanças físico-químicas durante a maturação de uvas (WATSON, 2003).

O aumento de volume da baga ocorre continuamente durante a maturação. Este crescimento é decorrente principalmente do acúmulo de açúcar e água (GRIS, 2010). À medida que a videira vai crescendo e os frutos vão se desenvolvendo, o teor de açúcares vai aumentando gradativamente nas bagas (KENNEDY, 2002). Os principais açúcares contidos na uva são representados principalmente pela glicose e frutose, entretanto são encontradas pequenas quantidades de sacarose e algumas pentoses. Esses açúcares têm origem na própria planta (tronco e raízes), na atividade fotossintética e de transformação do ácido málico (GIOVANNINI E MANFROI, 2009).

Ao contrário do que ocorre com os açúcares, o teor dos ácidos vai diminuindo à medida que a uva vai maturando (SANTANA, 2005). A diminuição da acidez durante a maturação ocorre devido à diminuição do conteúdo de tartaratos e malatos ocasionada pela migração das bases, pelos fenômenos de combustão respiratória e pelos fenômenos de diluição da baga. Juntamente com a diminuição da acidez ocorre o aumento do pH devido à formação de sais à custa do ácido livre (JACKSON, 2008). Os ácidos tartárico e málico são os principais ácidos encontrados nas uvas (CONDE et al., 2007). Durante o processo de maturação, a redução da concentração de ácido tartárico nas bagas é pequena, enquanto que a concentração de ácido málico aumenta até a mudança de cor e, a partir desta fase, reduz-se de forma drástica. A metabolização do ácido málico é influenciada pela temperatura, sendo que sob condições amenas, sua degradação é mais lenta e a uva apresenta maior acidez (VOLSCHEK et al., 2006). A concentração dos diferentes ácidos orgânicos varia em função das condições ambientais, safras e variedades (OLLAT et al., 2002). O manejo da vegetação também é um importante fator que pode alterar a composição dos ácidos presentes na uva (HUNTER et al., 2004).

A concentração mineral, principalmente de potássio, afeta a metabolização dos ácidos orgânicos, a relação tartárico/málico e o pH (OLLAT et al., 2002).

A mudança de cor das bagas caracteriza o amadurecimento das uvas e deve-se ao desaparecimento da clorofila e o acúmulo de polifenóis na casca. Os flavonoides que se formam nas uvas brancas são as flavonas e nas tintas, as antocianinas. As sementes, por concentrar cerca de 60% dos compostos fenólicos da uva, são importantes para a qualidade final do vinho, pois contribuem com a concentração de taninos (monômeros de flavan-3-óis e procianidinas), responsáveis pela adstringência e amargor do vinho. A concentração de taninos nas sementes diminui no decorrer do processo de maturação, ao mesmo tempo em que o grau de polimerização dos compostos fenólicos aumenta (FALCÃO, 2007).

2.2.1 Determinação do momento da colheita da uva

A variável tradicionalmente utilizada para determinar o momento da colheita da uva é a concentração de sólidos solúveis totais que, juntamente com a acidez total, caracterizam a maturação tecnológica (GUERRA e ZANUS, 2003). A maturação tecnológica difere da maturação fisiológica, pois esta ocorre quando a uva atinge os máximos teores de açúcar devido à fotossíntese ou quando o embrião dentro da semente está apto a germinar (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

A concentração de açúcares nas bagas é um fator importante no processo de vinificação, pois o vinho, de maneira simplificada, é o produto da transformação fermentativa dos açúcares da uva (glicose e frutose) em álcool (CONDE et al., 2007). Assim, o teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) é um critério fundamental para a determinação do ponto de colheita da uva destinada à elaboração de vinhos. Os açúcares da uva (expressos em $^{\circ}$ Babo) representam aproximadamente 90 % dos sólidos solúveis totais (GUERRA, 2002) e o potencial alcoólico de um vinho pode ser estimado a partir do teor de sólidos solúveis totais das bagas, multiplicando-se este valor por 0,55 para uvas tintas e 0,60 para as uvas brancas (WATSON, 2003). A concentração adequada de sólidos solúveis totais nas uvas maduras situa-se entre 23 a 24 $^{\circ}$ Brix (BISSON, 2001).

O acompanhamento da acidez total e pH também é utilizado para definição do ponto de colheita da uva. Alguns índices de maturação que relacionam a concentração de sólidos solúveis totais e a acidez total ($^{\circ}$ Brix/acidez total) foram propostos para avaliar o momento de colheita da uva. Falcão (2007) cita os autores e os respectivos índices para a relação $^{\circ}$ Brix/acidez total (expressa em gramas de ácido tartárico por 100 mL de mosto): para Gallander (1983), a relação deve resultar em um número entre 30 e 32, entretanto Amerine et al. (1980) preconiza que este valor deve situar-se entre 37 e 38 e Bisson (2001) generaliza que os valores podem variar entre 30 e 40. Contudo, a relação $^{\circ}$ Brix/acidez total não é suficiente para assegurar que a uva foi colhida no seu potencial máximo qualitativo caso queira-se produzir vinhos de alta qualidade (MOTA et al., 2006). Um índice de maturação que

combina $^{\circ}\text{Brix.pH}^2$ foi proposto por Coombe et al. (1980) cujos valores, quando situados entre 202 e 266, indicam um estado de ótima maturação (FALCÃO, 2007). Esta metodologia ($^{\circ}\text{Brix.pH}^2$) tem por base o entendimento de que o mosto, por ser uma solução ácida, possui íons hidrogênio livres, o que ocasiona diminuição do pH, sendo considerada mais precisa que a relação $^{\circ}\text{Brix/acidez total}$ (VAN SCHALKWYK e ARCHER, 2000; GUERRA, 2002).

O pH do suco de uva, no momento da colheita, deve situar-se entre 3,1 a 3,6 visto que a velocidade de fermentação é reduzida em pH menor ou igual a 3,0 (AMERINE e OUGH, 1976).

2.3 Composição química do vinho

A composição química dos vinhos é determinada pela composição da uva e pelos respectivos processos de produção e armazenamento. O vinho e seus derivados possuem características organolépticas que são a expressão dos fatores naturais que concorrem para a produção da uva e do vinho (TONIETTO, 2001).

O vinho é uma mistura hidroalcoólica complexa formada de inúmeros compostos orgânicos e elementos minerais. Nesta mistura a água entra como o maior componente (70 a 90%), seguido dos alcoóis (7 a 15%), sendo majoritário o etanol, seguido de glicerol, metanol e alcoóis superiores. Após estes macrocomponentes, seguem-se as proteínas e outros compostos orgânicos, açúcares e minerais ($1 \text{ a } 4 \text{ g.L}^{-1}$) (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

A concentração e diversidade dos açúcares, ácidos orgânicos, polifenóis e compostos aromáticos expressam as características particulares dos vinhos (LUND e BOHLMANN, 2006). Estas características podem ser determinadas por análises químicas ou pela percepção dos atributos visuais, aromáticos e de sabor obtidos a partir de uma avaliação sensorial (LESSCHAEVE, 2007).

2.3.1 Alcoóis

Os alcoóis dos vinhos são produzidos a partir da degradação dos açúcares das uvas pelas leveduras durante a fermentação alcoólica. As leveduras hidrolisam as hexoses, acarretando a produção de ácido pirúvico. A partir deste é produzida uma grande quantidade de compostos segundo diferentes vias metabólicas. A Figura 2 apresenta as principais vias metabólicas da degradação das hexoses.

A fermentação alcoólica ocorre em condições de anaerobiose onde é produzido álcool etílico, dióxido de carbono (CO₂) e etanal (acetaldeído), principalmente. Em aerobiose, a partir da respiração, são formadas diversas substâncias importantes do ponto de vista físico-químico e organoléptico, dos quais o mais importante é o ácido succínico (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

O etanol ou álcool etílico representa 99,5 % dos alcoóis presentes no vinho (SOUZA, 2000). No plano sensorial, apresenta gosto levemente adocicado, auxiliando também no volume e estrutura (GUERRA, 2010). Além disso, é importante para a estabilidade química do vinho, pois possui propriedade anti-séptica que, juntamente com a acidez, pode prolongar a conservação e prevenir alterações indesejáveis (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003). Atua como solvente na extração de pigmentos e taninos durante a fermentação do vinho tinto e na dissolução de compostos voláteis (JACKSON, 2008).

O glicerol é o segundo álcool em importância nos vinhos, cujas quantidades encontradas variam entre 5 a 20 g.L⁻¹ (RIBÉREAU-GAYON et al. 1982 *apud* CATANIA e AVAGNINA, 2010). No aspecto sensorial, tem gosto adocicado e é viscoso, contribuindo para a untuosidade, maciez e corpo do vinho (GUERRA, 2010). A produção do glicerol é favorecida por baixas temperaturas, elevado teor de ácido tartárico e adição de dióxido de enxofre (BARNABÉ, 2006).

O álcool metílico ou metanol presente nos vinhos é proveniente da hidrólise de pectinas, não sendo produzido pelas fermentações. O teor de metanol de um vinho tinto é maior quando ocorre adição de enzimas

pectinolíticas ao mosto, fermentação na presença de cascas ou maceração prolongadas (RIZZON et al., 1994).

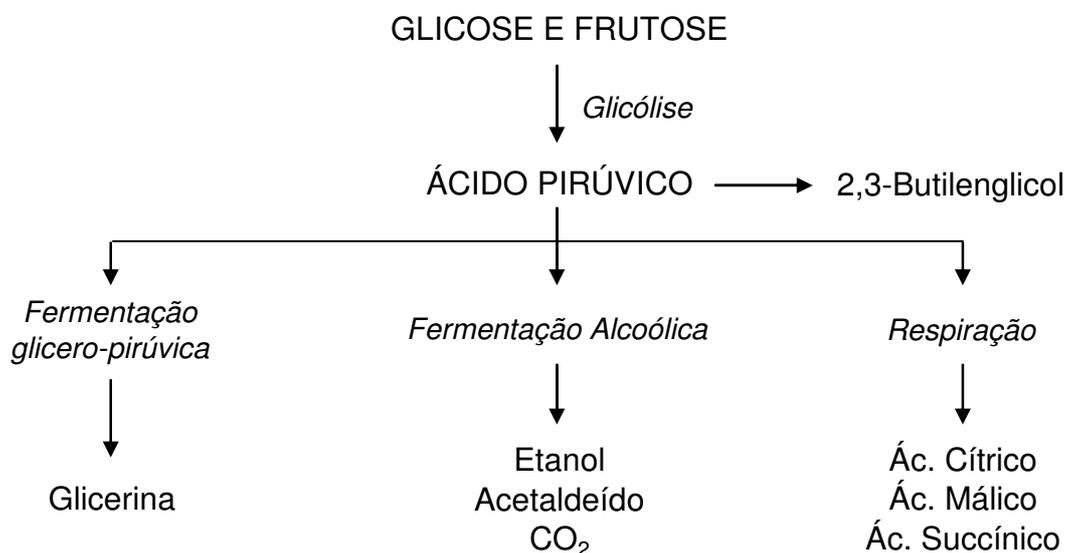


Figura 2. Principais vias metabólicas da degradação das hexoses (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

Os vinhos contêm também pequenos volumes de alcoóis de três ou quatro carbonos, denominados alcoóis superiores que podem favorecer a qualidade sensorial, pois definem a qualidade e contribuem para o buquê dos vinhos (EBELER e THORNGATE, 2009), porém, em teores excessivamente elevados, podem aportar notas desagradáveis. A formação dos alcoóis superiores na fermentação é favorecida pela aeração em excesso (fermentação em recipientes abertos), temperaturas elevadas e predominância de certas cepas de leveduras (GUERRA, 2010). Os principais alcoóis superiores são: 1-propanol, 2-metil-1-propanol (isobutílico), 2-metil-1-butanol (amílico ativo) e 3-metil-1-butanol (isoamílico). O composto 2-metil-1-propanol representa cerca de 1/4 dos alcoóis superiores em vinhos tintos e cerca de 1/3 nos vinhos brancos (JACKSON, 2008).

2.3.2 Ácidos orgânicos

Os principais ácidos do vinho são tartárico, málico e cítrico (provenientes da uva) e láctico, succínico e acético (provenientes da fermentação). Os primeiros constituem a acidez fixa do vinho (JACKSON, 2008) enquanto que o ácido acético, juntamente com outros ácidos (fórmico, butírico, propiônico, etc.) são responsáveis pela acidez volátil. A soma da acidez fixa com a volátil resulta na acidez total do vinho (SANTIN, 2006).

A acidez volátil do vinho é constituída pelos ácidos orgânicos voláteis formados como subprodutos das fermentações. Altos valores de acidez volátil em vinhos indicam a presença de micro-organismos indesejáveis, principalmente do gênero *Acetobacter*, que eventualmente convertem o vinho em vinagre (AMERINE e OUGH, 1976), por isso é considerado um parâmetro importante (indicativo da sanidade do vinho) que deve ser monitorado durante todo o processo de vinificação. Os vinhos tintos, cuja elaboração requer a maceração das uvas, normalmente contêm acidez volátil ligeiramente superior àquela encontrada em vinhos brancos (GUERRA, 2010).

A acidez total é muito importante na enologia, pois influencia diretamente as propriedades sensoriais (sabor, cor e aroma) e a estabilidade microbiológica e físico-química de vinhos, especialmente em vinhos brancos (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003; JACKSON, 2008). Teores demasiadamente baixos podem promover instabilidade na cor, desequilíbrio gustativo e limitação da longevidade (GUERRA, 2010). Segundo Rizzon et al. (1994) a acidez do vinho deve estar entre 60 e 90 meq.L⁻¹, sendo os valores mais elevados apreciados em vinhos brancos, enquanto os menores valores de acidez são desejáveis nos vinhos tintos (JACKSON, 2008).

O pH do mosto e do vinho depende do tipo e da concentração dos ácidos orgânicos e da concentração de cátions, especialmente do potássio, elemento intimamente relacionado com as condições edáficas do local de produção e que interfere no equilíbrio ácido-base do mosto e do vinho (RIZZON et al., 1998). Os valores de pH variam entre 3,1 a 3,4 para vinhos brancos e 3,3 a 3,6 para os tintos (JACKSON, 2008). O pH está relacionado com a

resistência a doenças, manutenção da cor, porcentagem de dióxido de enxofre na forma livre e turbidez (AMERINE e OUGH, 1976).

Uma diminuição da acidez se traduz em falta de brilho, de aromas olfativos e o vinho se torna frágil do ponto de vista microbiológico (VILJAKAINEN e LAAKSO, 2000). A quantidade de ácidos orgânicos presente no vinho e suas características gustativas estão resumidas na Tabela 3.

O ácido tartárico é considerado o mais importante não só por suas características químicas e por ser o mais forte entre os ácidos presentes no vinho, mas também por suas propriedades organolépticas e resistência à degradação bacteriana (SALES et al., 2001). No entanto, em algumas circunstâncias, este pode ser metabolizado pelas bactérias lácticas, que o decompõem em ácido láctico, acético e succínico, enfermidade conhecida como “*tourne*” ou “volta do vinho” (JACKSON, 2008).

Tabela 3. Os principais ácidos do vinho, suas concentrações médias nos vinhos e suas implicações organolépticas.

	Quant. aprox. no vinho (g.L ⁻¹)	Sensação organoléptica
Ácidos provenientes da uva		
Ácido Tartárico	2 a 5	Adstringência
Ácido Málico	0 a 5	Verde, agressivo
Ácido Cítrico	0 a 0,5	Frescor
Ácido Glucônico	3	Final amargo
Ácidos de origem fermentativa		
Ácido Succínico	0 a 5	Amargo
Ácido Láctico	1 a 3	Pouco ácido
Ácido Acético	0,5 a 1	Acre, amargo

Fonte: Catania e Avagnina (2010).

Na fase de formação da uva, o teor de ácido tartárico é de aproximadamente 15,0 g.L⁻¹, diminuindo para 6,0 a 7,0 g.L⁻¹ no período de

maturação, devido principalmente à sua dissolução no mosto em função do aumento do tamanho da baga (RIZZON e MIELE, 2001). Durante a fermentação alcoólica, o teor de ácido tartárico diminui em consequência da sua insolubilização e precipitação como bitartarato de potássio (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003) e tartarato de cálcio, devido à ação do álcool e dos tratamentos térmicos (emprego de frio) utilizados na fase de estabilização (CATANIA e AVAGNINA, 2010; AQUARONE et al. 2001).

O ácido tartárico, quando presente nos vinhos em grande quantidade, pode conferir aspereza e certa adstringência. Em concentrações adequadas, é responsável pela fineza ácida dos bons produtos (SANTIN, 2006).

O ácido málico, ao contrário do ácido tartárico, trata-se de um ácido frágil, sendo facilmente metabolizado pelas células. Os sais deste ácido são todos solúveis no mosto e no vinho (AQUARONE et al. 2001). O teor deste ácido nas uvas verdes é elevado e diminui durante o processo de maturação, sendo metabolizado pela respiração. Assim, o teor de ácido málico pode indicar o estágio de maturação das uvas. Durante a fermentação alcoólica aproximadamente 40 % deste ácido é consumido pelas leveduras (CATANIA e AVAGNINA, 2010). Em vinhos submetidos à fermentação malolática, o ácido málico é convertido a ácido láctico (preferencialmente) ou etanol e CO₂, motivo pelo qual, somente pequenas quantidades deste ácido são encontradas nos vinhos (SANTIN, 2006). Sensorialmente está associado com gostos verdes e ácidos, próprios de vinhos elaborados a partir de uvas não bem maduras. Caracteriza-se por produzir uma sensação de fruta verde, algo agressivo (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

Nos mostos de uvas tintas a relação ácido tartárico/ácido málico situa-se entre 2 e 4. Como a grande maioria dos vinhos tintos sofre fermentação malolática, normalmente a relação ácido tartárico/ácido láctico encontrada em vinhos engarrafados é em torno de 5 (GUERRA, 2010).

O ácido cítrico é encontrado em quase todas as variedades de uva. Sua adição no mosto é permitida e deve ocorrer logo que o vinho esteja estabilizado com o dióxido de enxofre, pois é um substrato muito sensível à ação de bactérias lácticas. Os vinhos tintos geralmente estão desprovidos deste ácido,

visto que as bactérias que promovem a fermentação malolática também metabolizam o ácido cítrico, podendo produzir ácido acético a partir do mesmo (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

O ácido glucônico se forma em grandes quantidades nas uvas atacadas pela podridão nobre (*Botrytis cinerea*), sendo muito característico nos vinhos elaborados a partir destas uvas. Provém da oxidação da glicose pela glicose-oxidase e passa ao vinho integralmente, não sendo fermentescível. Sensorialmente se caracteriza por um gosto doce que deriva da abundância de funções hidroxila (R-OH) presentes neste ácido. A quantidade presente varia desde 0,12 g.L⁻¹ em uvas sãs até 0,30 g.L⁻¹ em uvas com cachos atacados e até 3 g.L⁻¹ em vinhos licorosos de Sauternes (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

O ácido láctico presente nos vinhos pode possuir diversas origens. A principal é a fermentação malolática, entretanto, durante a fermentação alcoólica e a partir da hidrogenação do ácido pirúvico, as leveduras podem formar pequenas quantidades de ácido láctico (200 a 600 mg.L⁻¹) (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003). Caracteriza-se por produzir uma sensação ácida suave e estável, com aromas lembrando a manteiga e, às vezes, a azeitonas fermentadas, pouco ácido e algo acre (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

O ácido acético produzido durante a fermentação alcoólica em pequenas quantidades (variando de 0,2 a 0,4 g.L⁻¹) é considerado normal e desejável, pois contribui para a complexa formação de aroma e sabor dos vinhos, além de apresentar importante participação na produção de acetatos, que contribuem para a formação do aroma frutado em vinhos (JACKSON, 2008). Em contrapartida, a ação de bactérias (que degradam o álcool, ácido cítrico, açúcares, tartaratos e glicerol) pode elevar o teor deste ácido, o que acarreta o aumento indesejável da acidez volátil (BARTOWSKY e HENSCHKE, 2008).

2.3.3 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos constituem um dos mais importantes parâmetros de qualidade dos vinhos, uma vez que contribuem para as suas características sensoriais, particularmente cor, adstringência, amargor

(MONAGAS et al., 2006), estrutura e volume na boca (GIOVANNINI e MANFROI, 2009). Além de sua contribuição à qualidade sensorial, os polifenóis, por serem potentes antioxidantes, agem como responsáveis diretos pelo potencial de envelhecimento dos vinhos e são tidos como benéficos à saúde humana, pois constituem-se de importantes substâncias do ponto de vista funcional (MANFROI, 2007).

Os compostos fenólicos apresentam uma grande diversidade e podem ser subdivididos em dois grandes grupos, em função da similaridade de suas cadeias de átomos de carbono: flavonoides (que possuem estrutura química básica C₆, C₃, C₆) e não-flavonoides (GRIS, 2010).

Os não-flavonoides são representados pelos fenóis ácidos, que podem ser derivados do ácido cinâmico e do ácido benzóico (formando duas séries de compostos: cinâmica e benzoica) ou os estilbenos, como o resveratrol, astringina e viniferina. Os flavonoides são representados por vários subgrupos, dos quais os mais importantes do ponto de vista enológico são: os flavonóis, flavononóis e flavonas, os flavanóis e as antocianinas. Os flavanóis agrupam os taninos condensados (principalmente procianidinas e prodelfinidinas), e as catequinas (monômeros de flavanóis 3-óis): (+)-catequina, (+)-epicatequina, (+)-galocatequina e (-)-epigalocatequina (MANFROI, 2007). A classificação dos principais compostos fenólicos está demonstrada na Figura 3.

Apesar de serem menos abundantes nos vinhos, pode-se citar ainda a presença dos compostos fenólicos voláteis. Exemplos destes compostos são: 4-etil-fenol, o 4-vinil-fenol (servem de marcadores de *Brettanomyces / Dekkera* e são responsáveis por odores a fenol e couro), a vanilina, o triptofol e o tirosol (derivados de aminoácidos aromáticos e produzidos por microrganismos durante a fermentação vinária) (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

Os taninos e as antocianinas são os polifenóis mais importantes devido às características sensoriais que conferem aos vinhos, além de serem responsáveis diretos por sua longevidade e evolução (GUERRA, 2010). Os taninos têm a capacidade de se combinarem com as proteínas e outros polímeros como os polissacarídeos, provocando a sensação de adstringência, que não é mais que a perda do efeito de lubrificação da saliva por precipitação

das proteínas (CABRITA et al., 2003). As antocianinas são as principais substâncias responsáveis pela coloração dos vinhos tintos e esta característica é um dos parâmetros que mais qualifica o vinho, do ponto de vista da análise sensorial. As antocianinas são pigmentos com diferentes tonalidades, variando do róseo ao vermelho e violeta (GIOVANNINI e MANFROI, 2009). A estrutura básica das antocianinas é a fonte de uma infinidade de cores produzidas por sua combinação química com glicosídeos e/ou grupos ácidos e por sua interação com outras moléculas e condições do meio, principalmente as variações de pH (DELGADO-VARGAS et al., 2000).

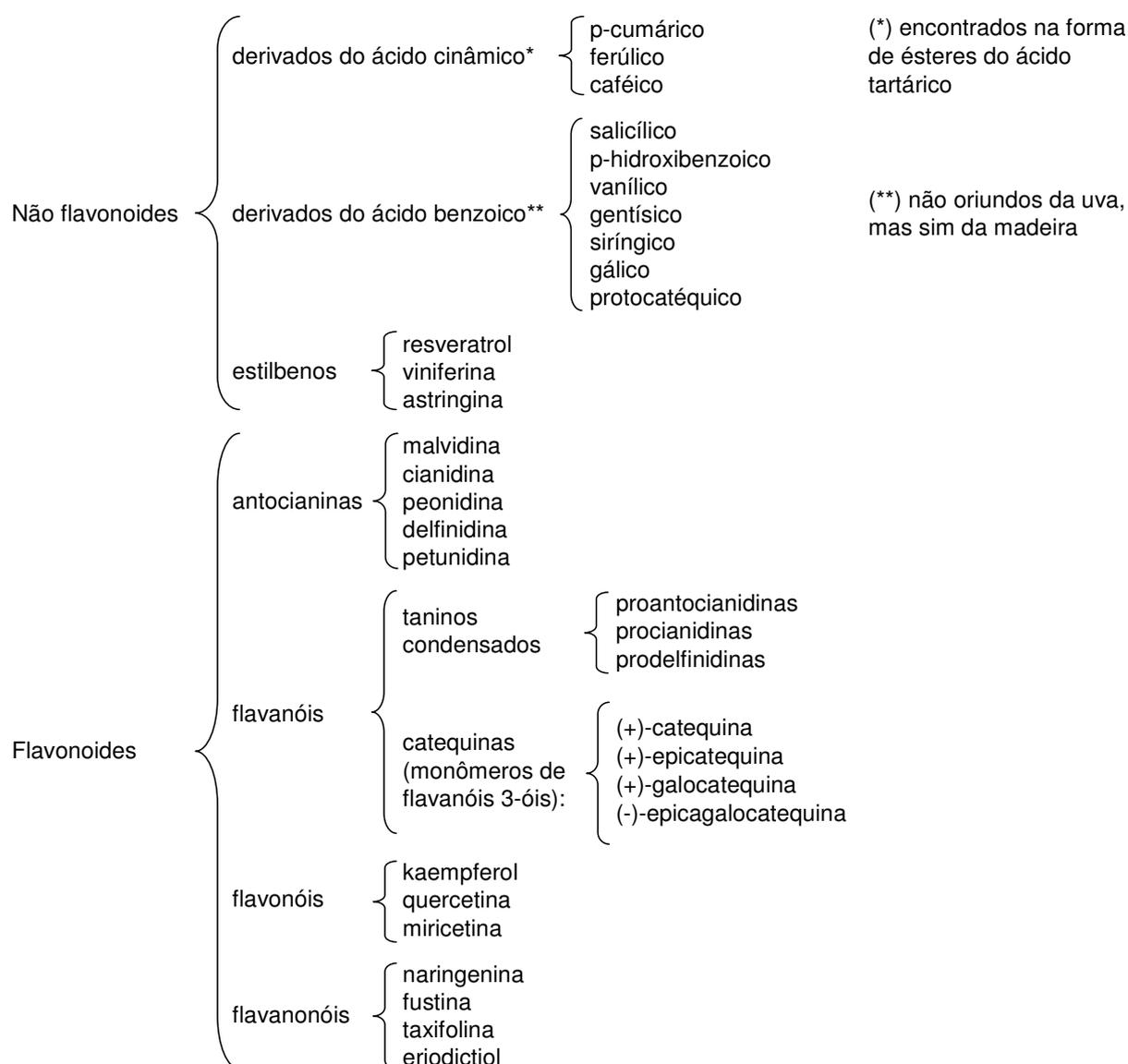


Figura 3. Classificação dos compostos fenólicos do ponto de vista enológico. Fonte: adaptado de Manfroi (2007).

A videira sintetiza polifenóis como defesa a alguns estímulos exógenos, como radiação ultravioleta, substâncias químicas e infecções por micro-organismos (RODRÍGUEZ-DELGADO et al., 2002). Na uva, os compostos fenólicos estão presentes principalmente na casca e na semente, motivo pelo qual são compostos majoritários nos vinhos tintos (ABE et al., 2007).

Os ácidos fenólicos e as antocianinas estão concentrados na película das bagas, ainda que possam estar presentes nos vacúolos das células da polpa das cultivares chamadas tintórias. No caso dos taninos, os mesmos estão presentes em todas as partes dos cachos, entretanto os concentrados no engaço e nas sementes apresentam menor grau de polimerização, o que os tornam mais adstringentes e amargos ao paladar (GIOVANNINI e MANFROI, 2009), motivo pelo qual deseja-se que o teor de taninos oriundo das sementes seja reduzido enquanto que o teor dos presentes nas cascas seja maior (GUERRA, 2002). Isto está relacionado ao estágio de maturação das uvas visto que, quanto mais madura é a uva, maior é a porcentagem localizada na película em relação à semente (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

O perfil fenólico de um vinho é influenciado por diferentes fatores, dentre eles podem ser citados: características do solo, cultivar, práticas vitícolas, clima, estado sanitário das uvas e técnicas de vinificação (CLIFF et al., 2007; SANTIN, 2006), das quais pode-se destacar: a técnica de obtenção do mosto, o emprego ou não de enzimas na extração, o teor de SO₂, o tempo de contato com as partes sólidas, a temperatura de fermentação, a proporção sólido/líquido, a concentração de etanol, o programa de remontagens, a intensidade da prensagem, o uso de delestagem, entre outros (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

Durante a maturação e o envelhecimento dos vinhos os compostos fenólicos estão sujeitos a diversas transformações químicas devido a reações de oxidação-redução, condensação, polimerização e complexação com outros compostos tais como as proteínas, os polissacarídeos ou os metais (FERNANDES, 2007).

As principais reações químicas responsáveis pela evolução dos vinhos tintos são: 1) condensação antocianina/tanino, catalisada pelo acetaldeído; 2)

polimerização tanino/tanino, catalisada pelo acetaldeído; 3) condensação direta antocianina/tanino; 4) degradação das antocianinas; 5) oxidação não-enzimática dos taninos (GUERRA, 1998). Deste modo, as antocianinas e os taninos, principais compostos fenólicos envolvidos nestas reações, vão sendo progressivamente transformados em pigmentos oligoméricos e poliméricos mais estáveis e com características físico-químicas distintas dos seus precursores contribuindo, desta forma, para a alteração das características organolépticas como a cor e o sabor do vinho (FERNANDES, 2007). Um exemplo disto é a transformação da cor vermelho brilhante dos vinhos jovens para os tons marrom-avermelhados dos vinhos envelhecidos (CASTILLO-SÁNCHEZ, 2008).

2.3.4 Proteínas e outros compostos nitrogenados

As proteínas e aminoácidos têm grande importância no sabor do vinho tinto, além de serem precursores de diversos outros compostos. Em vinhos tintos, o teor protéico total varia de 1,0 e 4,0 g.L⁻¹, dependendo de fatores como variedade da uva, safra, estresse hídrico e adubação. O teor de aminas nos vinhos pode variar de traços até 130 mg.L⁻¹. A putrescina é a amina mais abundante nos vinhos, entretanto podem ser encontradas tiramina, cadaverina, espermidina, triptamina, feniletilamina, agmatina e serotonina. As aminas não são percebidas no vinho em concentrações moderadas, mas em teores elevados, podem causar defeitos organolépticos (GUERRA, 2010).

2.3.5 Açúcares

Os vinhos secos, por determinação legal (MERCOSUL, 1996), podem conter até 4 g.L⁻¹ de açúcar (também denominado como açúcar residual), cujo teor é formado principalmente por açúcares redutores não fermentáveis como pentoses e pequenas quantidades de glicose e frutose não fermentadas (JACKSON, 2008).

As pentoses mais importantes são a arabinose e a xilose encontradas em pequenas quantidades, sendo mais abundantes nos vinhos tintos que nos brancos. As duas hexoses mais importantes são a glicose e a frutose, apesar da existência de pequenas quantidades de galactose, esta última sem importância do ponto de vista organoléptico (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

Os polissacarídeos, no vinho tinto, contribuem na sensação de 'volume' e 'aveludado' e têm fundamental importância na manutenção do equilíbrio coloidal e evitam que haja precipitação prematura de diversas macromoléculas, contribuindo assim para a longevidade do vinho (GUERRA, 2010).

2.3.6 Compostos aromáticos

O aroma dos vinhos é composto por um conjunto numeroso e complexo de moléculas que são responsáveis pela qualidade final dos vinhos (CONDE et al., 2007). As uvas maduras contêm substâncias químicas que, embora não possuam características odoríferas, são precursores de aroma. Durante a vinificação, os fenômenos de extração, maceração, hidrólise e oxidação, transformam os precursores em substâncias aromáticas que conferem ao vinho o chamado aroma varietal ou primário. Os aromas de fermentação ou secundários são produzidos a partir do metabolismo das leveduras e bactérias que promovem complexas reações que dão origem a alcoóis, ésteres, compostos carbonilados, sulfurosos e fenóis voláteis. A partir do momento em que acaba a fase oxidativa, o vinho é engarrafado e ocorrem transformações físico-químicas que resultam no chamado aroma terciário ou de envelhecimento (GUERRA, 2010).

Centenas de compostos voláteis que estão presentes em concentrações muito baixas nas bagas (ng.L^{-1}) refletem as características particulares de cada variedade. A complexidade aromática de um vinho é afetada por fatores pré-colheita (como as características do vinhedo, clima, solo e práticas de manejo) e pelas alterações bioquímicas durante a vinificação (maceração, fermentação, estabilização, etc.) e a evolução dos vinhos (CONDE et al., 2007).

Os aromas varietais ou primários são típicos de cada variedade e dividem-se em aromas que podem ser percebidos pela simples degustação das bagas e precursores de aromas que são compostos existentes sob a forma ligada ou não-volátil, portanto inodoras, que liberam substâncias aromáticas através de diversas reações químicas ou enzimáticas. Os principais aromas primários são as pirazinas (compostos responsáveis pelo aroma de pimentão verde e herbáceo), os terpenos (responsáveis pelos aromas florais e frutados, característico das variedades de uvas brancas), os tióis (que conferem notas de maracujá, pomelo e urina de gato), os fenóis voláteis (responsáveis por notas de cravo e borracha, entre outros) e o antranilato de metila (responsável pelo aroma foxado das uvas americanas e híbridas) (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

O perfil aromático do mosto muda notavelmente durante e depois da fermentação devido à atuação das leveduras na produção de compostos desejáveis (aromas propriamente ditos) e indesejáveis (defeitos), além de revelar os aromas primários presentes na uva sob a forma de precursores de aroma. A produção destes compostos depende das características individuais da cepa de levedura, da temperatura de fermentação, da disponibilidade de nutrientes, etc. Os mais importantes compostos produzidos pelas leveduras, do ponto de vista sensorial, são os ésteres, pois conferem os aromas frescos e frutados (abacaxi, pêra, maçã, banana, etc.) dos vinhos jovens. Além destes, pode-se mencionar a produção de alcoóis superiores (que conferem aromas, principalmente, de creme de amêndoas e álcool fusel), alguns ácidos graxos (responsáveis por aromas cítricos, acres e/ou de manteiga rançosa), compostos carbonílicos (com aromas, principalmente, de maçã, manteiga e manteiga rançosa, dentre outros) e terpenos. A fermentação malolática contribui para a complexidade dos aromas e é responsável pela produção de diacetil, que confere notas de manteiga ao vinho (CATANIA e AVAGNINA, 2010).

Os aromas podem sofrer notáveis mudanças durante os processos de conservação e envelhecimento, onde os aromas frutados dos vinhos jovens transformam-se em aromas mais complexos. Neste período, ocorre uma série de reações químicas, das quais as principais são (CATANIA e AVAGNINA,

2010): a) os ésteres frutados ou florais sofrem hidrólise, fazendo com que o vinho perca o frescor. A velocidade destas reações é maior com pH e temperaturas elevadas e com ésteres de maior massa molecular; b) os terpenos livres associam-se com glicosídeos, em reações catalisadas por ácidos, formando novos terpenos. A concentração de monoterpenóis diminui, dando lugar a terpenóis cíclicos; c) Os carotenoides, compostos que pertencem a família dos terpenos, através da degradação oxidativa, originam os C13 norisoprenoides, compostos responsáveis por encobrir alguns aromas vegetais e conferir aromas de morango, frutas vermelhas, compota de maçã, tabaco, dentre outros.

2.3.7 Minerais

Os minerais representam a maior parte da fração inorgânica presente nos mostos e vinhos. Os elementos minerais normalmente presentes nos vinhos são potássio, magnésio, cálcio, sódio, manganês, ferro, cobre e zinco. Os teores de minerais nos vinhos dependem da composição do mosto (que por sua vez depende das condições edafoclimáticas, variedade da uva, taxa de transpiração da planta, produtos empregados no controle fitossanitário da videira, etc.), das técnicas de vinificação e do contato do produto com materiais que contenham esses compostos durante as fases de elaboração e de conservação (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003; JACKSON, 2008). A variação dos teores de minerais nos vinhos tintos é demonstrada na Tabela 4.

O perfil de minerais contidos em vinhos pode ser utilizado como padrão de identidade para a sua caracterização, servindo para determinar sua idade e a origem geográfica (PANEQUE et al, 2010). Além disto, o teor de minerais nos vinhos possui importância relevante na estabilidade do vinho e também na saúde humana, por seu papel na regulação da pressão cardíaca e também riscos de intoxicação (RUPASINGHE e CLEGG, 2007).

O potássio é o cátion encontrado em maior quantidade nos vinhos e seu teor está relacionado com a concentração encontrada no solo. O clima também é importante, pois uvas cultivadas em climas quentes tipicamente têm maiores

teores de potássio do que as cultivadas em regiões temperadas ou frias (JACKSON, 2008). Na uva, o potássio está presente principalmente nas películas, motivo pelo qual os vinhos tintos, por serem provenientes de mostos submetidos à maceração das películas, possuem teor médio mais elevado do que os vinhos brancos (RIZZON et al., 2008).

Os teores de cálcio são consequência das condições de solo, do tratamento dos mostos com carbonato de cálcio e da utilização de certos agentes filtrantes (GUERRA, 2010) e do armazenamento de vinhos em tanques de cimento (JACKSON, 2008).

Tabela 4. Teores mínimos e máximos de minerais encontrados em vinhos tintos.

Mineral	Concentração (mg.L ⁻¹)	
	mínima	máxima
Potássio	700	1700
Sódio	30	50
Cálcio	60	110
Magnésio	50	90
Manganês	1,5	3,5
Ferro	traços	15
Cobre	traços	5
Zinco	0,4	2

Fonte: Guerra (2010).

O teor de potássio e cálcio do vinho diminui devido aos processos de estabilização, principalmente quando submetidos a tratamento a frio ou pelo uso de resinas trocadoras de íons, os quais aceleram a formação e precipitação do bitartarato de potássio e tartarato de cálcio e, ao serem removidos antes do engarrafamento, conferem maior limpidez e brilho ao vinho (SILVA et al., 1999).

O sódio está presente nos vinhos em pequenas quantidades (RIBÉREAU-GAYON et al., 2003) e possui pouca importância, pois não causa problemas de estabilidade ao vinho (SILVA et al., 1999). Altos teores de sódio encontrados nos vinhos podem ser provenientes do uso de trocadores

aniônicos utilizados para a estabilização tartárica e também provenientes de videiras cultivadas próximas ao litoral e susceptíveis aos ventos marinhos (AMERINE e OUGH, 1976; RIBÉREAU-GAYON et al., 2003; RIZZON et al., 2008).

O manganês presente nos vinhos serve como indicativo da região de origem e é encontrado em maior quantidade nos vinhos tintos, pois as sementes, que são ricas em manganês, permanecerem em contato com o mosto durante a vinificação em tinto (RIZZON e SALVADOR, 1987). Além das sementes, os tratamentos fitossanitários empregados na videira podem contribuir para o aumento do teor de manganês nos vinhos.

O teor de zinco nos vinhos pode ser resultante do contato com materiais à base de ligas contendo zinco ou ainda de determinados tratamentos das vinhas e da utilização de certo produtos enológicos (SALVO et al., 2003), entretanto a concentração de zinco no solo não afeta a assimilação deste constituinte pela videira (SPINELLI et al., 2010).

O cobre é um importante constituinte do mosto, necessário para a fermentação como fator de crescimento para as leveduras, motivo pelo qual, durante a fermentação alcoólica, há a redução de 40 a 89 % do teor de cobre presente no mosto (RIZZON e SALVADOR, 1987). No mosto pode ter origem de tratamentos fitossanitários efetuados na videira ou através de contato do mosto e do vinho com materiais que o contenham (SPINELLI et al., 2010).

A maior parte do ferro encontrado nos vinhos provém de contaminações durante a colheita e da utilização de equipamentos de vinificação que contêm este metal, embora uma pequena parcela seja proveniente do solo (SILVA et al., 1999).

Os teores de cobre e ferro, em condições normais de vinificação, isto é, quando originários das uvas, não são altos o suficiente para provocar problemas de estabilidade. Teores acima de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ de cobre favorecem a turbidez e sedimentação, bem como a deterioração do *flavor* do vinho (SILVA et al., 1999). O excesso de ferro (em concentrações superiores a 7 mg.L^{-1}),

favorece o surgimento da casse f  rica que provoca altera  es na colora  o e prejudica a qualidade sensorial dos vinhos (DAUDT e GARCIA, 1987).

2.4 Cor dos vinhos

A cor    um dos par  metros mais importantes de qualidade e identifica  o de um vinho e serve como ferramenta para fornecer informa  es sobre poss  veis defeitos, corpo, idade e evolu  o do vinho durante o seu armazenamento, motivo pelo qual    um crit  rio fundamental na escolha de um vinho pelo consumidor (RECAMALES et al., 2006).

A forma  o da cor em vinhos tintos est   intimamente relacionada ao seu teor de compostos fen  licos. Altos teores de antocianinas indicam uma melhor intensidade de cor e uma melhor estabilidade, importante, principalmente, para a elabora  o de vinhos de guarda (PENTER, 2006). A forma  o da cor nos vinhos brancos ainda    pouco conhecida, entretanto, o aumento da intensidade da cor amarela (passando para amarelo-ouro) em vinhos brancos mais velhos   , provavelmente, resultado da oxida  o dos compostos fen  licos (JACKSON, 2008).

A intensidade da cor dos vinhos    definida por Glories (1984) como a soma das densidades   pticas, medidas nos comprimentos de onda de 420 nm (A_{420}), 520 nm (A_{520}) e 620 nm (A_{620}). O comprimento de onda de 420 nm (predomin  ncia da cor amarela) indica a maior quantidade de tanino e a combina  o dos taninos com as antocianinas. O comprimento de onda de 520 nm indica a tend  ncia    cor vermelha e maiores quantidades de antocianinas (aumentam A_{520} e diminui a tonalidade) e o comprimento de onda de 620 nm, indica a tend  ncia a cor violeta-azul, produto das condensa  es entre catequinas e antocianinas (FREITAS, 2006).

Os fatores que podem aumentar a tonalidade s  o a polimeriza  o dos taninos e a combina  o dos mesmos com as antocianinas, fen  menos estes que aumentam o valor A_{420} . As antocianinas s  o muito reativas e desde o in  cio da fermenta  o interagem com outros compostos em rea  es de adi  o, condensa  o e polimeriza  o, sendo tamb  m degradadas por oxida  es e

hidrólises. Como consequência destes fenômenos, a cor dos vinhos tintos envelhecidos deve-se, quase exclusivamente, a compostos fenólicos poliméricos (GONZÁLEZ-NEVES et al., 2003).

Dentre as reações de oxidação que transformam a estrutura e a cor das diferentes moléculas pode-se citar: a) as antocianinas, que são particularmente degradadas em parte na cor vermelha (A_{520} e A_{620} diminuem); b) os taninos se polimerizam e escurecem (A_{420} aumenta) e c) as combinações taninos e antocianinas monoméricas, formadas durante a vinificação e que conferem a coloração vermelho-rubi aos vinhos jovens, têm alterada sua estrutura e a cor evolui para tons de telha e laranja (A_{420} aumenta e A_{620} diminui), característico dos vinhos envelhecidos (GLORIES, 1984).

O pH do vinho influencia a intensidade e matizes da coloração, pois interfere no teor de antocianinas coloridas e na polimerização tanino-antocianina (SIMS e MORRIS, 1984). Vinhos com pH baixo tornam-se mais avermelhados, enquanto que vinhos com pH alto são mais pardos ou de coloração mais púrpura (OUGH, 1992).

Segundo Somers e Evans (1979) a maior porcentagem de perda de cor do vinho ocorre devido à extrema instabilidade que as estruturas intensamente coloridas presentes no suco têm na presença de álcool, enquanto que a diminuição no teor de antocianinas é um fator de menor contribuição. O aumento da concentração de etanol durante a fermentação resulta na desnaturação progressiva dos pigmentos pelo rompimento das pontes de hidrogênio entre os compostos fenólicos, convertendo os pigmentos com estrutura quinoide (azuis) em formas incolores.

2.5 Vinificação

A vinificação pode ser dividida em três tipos: vinificação com maceração das partes sólidas da uva (películas e sementes) para obtenção de vinhos tintos, vinificação sem a presença da película para vinhos brancos e vinificação com descuba antecipada para vinhos rosados. A diferença básica consiste no tempo de contato do mosto com as películas da uva, principal fornecedora de

substâncias corantes (ROSIER, 1995). Desta forma, pode-se obter vinhos brancos a partir de uvas brancas (*blanc des blancs*) ou tintas (*blanc des noirs*).

A vinificação consiste em um somatório de técnicas e procedimentos executados sob diversos parâmetros que podem ser genericamente divididos em quatro etapas: pré-fermentação, fermentação (ou fermentações), estabilização e envelhecimento (afinamento). Entretanto, um número muito grande de variáveis pode ser acrescentado, suprimido ou modificado, em função do tipo de produto que se deseja elaborar (GUERRA, 2010).

2.5.1 Procedimentos pré-fermentativos

A tecnologia empregada na vinificação exerce um papel fundamental no sentido de diminuir eventuais carências do fruto, e isto inicia já nos primeiros procedimentos de colheita e recepção. Assim sendo, a finalidade das operações pré-fermentativas é reduzir eventuais deficiências e/ou potencializar qualidades da matéria-prima quando esta está presente, a fim de possibilitar a obtenção de vinhos agradáveis, frutados, e com maior intensidade de aromas e cor. A falta de qualidade da uva deve-se às condições edafoclimáticas que podem não ser as mais favoráveis para a obtenção, em todas as safras, de matéria-prima de alta qualidade. Fatores como a alta precipitação pluviométrica durante o período vegetativo da videira, principalmente nos meses de maturação do fruto (período mais importante na definição da qualidade da safra vitícola) pode limitar a obtenção de uvas de melhor qualidade enológica, principalmente no que se concerne aos teores de açúcar, matérias corantes e aromas, bem como ao estado sanitário das mesmas (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

No ato de recebimento das uvas são realizadas as primeiras avaliações que servem para registrar a procedência, a quantidade, a sanidade e o aspecto geral da matéria-prima. Tais informações servem como orientação inicial para o processo de vinificação, pois permitem o planejamento das atividades, a previsão de rendimento de mosto (e do vinho) e as quantidades de SO₂, enzimas e leveduras a serem adicionadas. Em seguida é realizada a escolha

dos cachos saudáveis e separação dos cachos verdes, deteriorados ou bagas apodrecidas. Neste momento, realizam-se as análises para verificação do grau de maturação da matéria-prima, a partir de uma amostra representativa das uvas.

2.5.1.1 Extração do mosto

A extração do mosto tem por finalidade separar as partes do cacho (engajo e baga) e extrair o suco das bagas. Este procedimento pode ser realizado por diferentes maneiras, dependendo do tipo de vinificação (em tinto ou em branco). O suco localizado na parte central da baga da uva é o mais equilibrado em termos de açúcar e acidez, porém é próximo da película que estão retidos os compostos de cor e os aromas, motivo pelo qual há a necessidade de efetuar uma extração seletiva destas diferentes partes, a fim de obter os compostos desejados a cada tipo de vinificação (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

O desengace, independente do tipo de vinificação, é a primeira operação a ser realizada na extração do mosto e consiste na separação da ráquis (engajo) das bagas. É importante que esta operação ocorra sem que haja o esmagamento das bagas visto que, em determinadas regiões, o engajo não alcança um nível adequado de maturação e o contato com o mosto pode conferir ao vinho aromas herbáceos e amargos, já que possui taninos considerados 'verdes', grosseiros, que aumentam consideravelmente a adstringência dos vinhos (ROSIER, 1995). Além disso, a retirada do engajo gera ganho em cor, em especial nos vinhos tintos, já que não ocorre fixação da matéria corante na sua estrutura; e aumento em álcool de até 0,5°GL, visto que o engajo não contém açúcar e ainda absorve álcool (OIV, 2009).

Na vinificação em tinto realiza-se o esmagamento das bagas. Esta operação consiste em provocar a ruptura das películas e liberar a polpa e o mosto, a fim de facilitar a maceração (em função do aumento da superfície de contato entre o suco e a película) e acentuar a dissolução das antocianinas, dos taninos e dos compostos aromáticos (GIOVANNINI e MANFROI, 2009;

OIV, 2009). A maceração é ativada pela ação de enzimas liberadas das células rompidas durante o esmagamento, que ajuda a liberar os compostos do sabor provenientes da casca, sementes e polpa, além de promover a síntese adicional de outros constituintes do aroma (JACKSON, 2008).

Na vinificação em branco as bagas devem ser prensadas (preferencialmente intactas) para extração do mosto. Este procedimento permite a obtenção de mostos com baixa concentração de substâncias em suspensão, evitando riscos de trituração das uvas, menor sensibilidade à oxidação e menor quantidade de oxidases (PEYNAUD, 1993). O processo de prensagem ideal trabalha com baixas pressões ($0,5 \text{ kg.cm}^{-2}$) que possibilitam a obtenção de mostos de excelente qualidade enológica, com baixos teores de borra (cerca de 2 % em relação ao volume de mosto) e de fácil clarificação (GIOVANNINI e MANFROI, 2009). A prensagem deve ser realizada o mais rapidamente possível após a colheita das uvas, de forma lenta e progressiva e os equipamentos utilizados devem comprimir o bagaço sem quebrar ou esmagar os tecidos das partes sólidas da uva, principalmente as sementes (OIV, 2009).

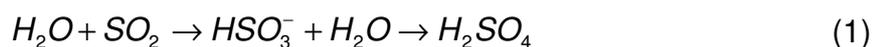
Após a prensagem, procede-se a decantação do mosto cujo objetivo é a separação dos detritos vegetais e outras impurezas susceptíveis de transmitir aromas e gostos indesejáveis ao vinho. O processo mais usual de separação é a sedimentação e posterior trasfega da parte clarificada, com eliminação da borra remanescente no fundo do tanque. O vinho proveniente do mosto decantado apresenta mais frescor e acidez; é mais ligeiro; seu aroma é mais nítido; está mais estabilizado, ou seja, menos sensível às condições exteriores; e apresenta uma cor mais pálida, mais estável, ou seja, menos sensível à ação do oxigênio e das oxidases (COSTA, 2009).

2.5.1.2 Sulfitação

A sulfitação consiste na adição de dióxido de enxofre (sob a forma gasosa ou em soluções aquosas de dióxido de enxofre ou metabissulfito de potássio, sulfito de amônio ou bissulfito de amônio) no mosto ou nas uvas

esmagadas. O objetivo desta prática é promover o controle microbiológico do mosto, limitando e/ou prevenindo a propagação de leveduras, bactérias e micro-organismos tecnologicamente indesejáveis. O dióxido de enxofre, além de atuar como anti-séptico, é um antioxidante, facilita a sedimentação e favorece a extração das antocianinas (OIV, 2009). A sulfitação deve intervir o mais cedo possível, logo após o processo de desengace e de prensagem da uva e sua concentração dependerá do estado sanitário das uvas e do pH do mosto (COSTA, 2009).

A concentração de dióxido de enxofre (SO₂) presente no vinho pode se apresentar na forma livre (molecular) ou combinada, e a soma destas resulta no SO₂ total, cujo teor máximo permitido pela legislação é de 250 mg.L⁻¹ (MERCOSUL, 1996). No mosto ou no vinho, o SO₂ reage segundo a Equação 1, onde o HSO₃⁻ constitui a fração ativa, ou seja, o SO₂ livre (GUERRA, 2010).



As propriedades do SO₂ são (GIOVANNINI e MANFROI, 2009):

- a) Ação antimicrobica e antisséptica: é um antisséptico bastante ativo que exerce atividade inibidora polivalente sobre vários micro-organismos presentes no mosto e no vinho, como leveduras, bactérias acéticas e lácticas, etc. Entretanto atua de forma diferente sobre eles, ainda que em doses elevadas possa induzir a uma inibição total. As bactérias, em geral, são mais sensíveis ao dióxido de enxofre e, desta maneira, ocorre uma maior inativação destas, e até mesmo de forma desfavorável como no caso da fermentação malolática;
- b) Ação seletiva sobre as leveduras: as leveduras pouco alcoógenas (em geral do tipo apiculata), como são as leveduras selvagens (oriundas do próprio vinhedo), são inibidas, ao passo que as leveduras selecionadas, que são mais resistentes ao SO₂, podem dominar o meio, originando vinhos com melhores aromas e qualidade geral;
- c) Ação inibitória de enzimas oxidásicas: as duas enzimas deste tipo (oxiredutásicas) que mais atuam na uva, trazendo prejuízo à qualidade dos vinhos, são a tirosinase e a lacase, que aparecem, sobretudo, nas uvas

atacadas pela podridão, são inibidas ou diminuem sua atividade pelo uso de SO_2 em doses convenientes;

d) Ação solubilizante: é devida à destruição das células das bagas, que cedem assim mais facilmente os compostos solúveis, favorecendo a dissolução de substâncias minerais, dos ácidos orgânicos e dos polifenóis (em especial antocianinas e taninos);

e) Ação auxiliar na limpidez de mostos e vinhos: o SO_2 facilita as operações de '*debouillage*' (clarificação do mosto), por retardar a ação de leveduras selvagens e incrementa a precipitação de substâncias que estejam em suspensão, auxiliando a clarificação;

f) Ação reguladora da temperatura: o SO_2 modera a velocidade de fermentação, não permitindo que a temperatura se eleve em demasia, favorecendo a obtenção de aromas mais finos;

g) Ação antioxidante: o SO_2 possui uma pronunciada atividade antioxidante, seja pela ação contra as enzimas oxidásicas, seja pela capacidade de ser facilmente oxidável, até mesmo de forma preferencial (formando sulfatos), protegendo deste modo as substâncias corantes e aromáticas. Possibilita, por exemplo, que os vinhos permaneçam com aromas frescos e frutados e evita que os vinhos brancos se tornem oxidados (amarelados, madeirizados) e que os tintos percam sua tonalidade jovem (violáceo, vermelho intenso).

Grande parte do SO_2 é perdida por transformação química ou evaporação durante a fermentação alcoólica, fato que pode viabilizar o desenvolvimento de bactérias indesejáveis (que podem acarretar uma acetificação parcial do vinho), bem como possibilitar a condução da fermentação malolática (desejável em vinhos tintos). Uma vez terminada a fermentação malolática efetuam-se correções periódicas, até o momento do engarrafamento, a fim de manter os teores de SO_2 livre acima de 30 ppm (GUERRA, 2010).

2.5.1.3 Adição de enzimas

A maioria das reações químicas e bioquímicas que ocorrem durante a fermentação do mosto, maturação e envelhecimento dos vinhos, são fenômenos essencialmente enzimáticos (hidrólises, oxidações e/ou reduções) (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

Segundo a OIV (2009), as enzimas adicionadas durante a maceração das uvas esmagadas (vinificação em tinto) catalisam a degradação dos polissacarídeos das paredes celulares das bagas de uva, e facilitam a extração de corantes, polifenóis, aromas e precursores aromáticos da pele da uva. No caso da vinificação em branco, as enzimas utilizadas têm por objetivo (GIOVANNINI e MANFROI, 2009):

- a) Auxiliar na clarificação e filtração dos mostos, pois atuam na lise das pectinas (responsáveis por cerca de 50 % das substâncias coloidais do mosto);
- b) Favorecer o escoamento do mosto e facilitam a prensagem, pois atuam sobre os componentes fibrosos das bagas (celuloses e hemiceluloses) desagregando a estrutura celular e diminuindo a viscosidade dos mostos;
- c) Assegurar maiores rendimentos do mosto e redução dos tempos de prensagem, pelos motivos citados acima.

As principais enzimas empregadas em vinificação são as pectinases, hemicelulases, glucanases e glicosidases. As pectinases degradam as pectinas do mosto e as hemicelulases, as pectinas da casca das uvas. As glucanases são utilizadas na clarificação dos mostos de uvas atacadas por podridões e na aceleração da autólise das leveduras, acelerando a clarificação do vinho. As glicosidases quebram o açúcar que ligam certos compostos aromáticos, aumentando a intensidade aromática do vinho (GUERRA, 2010).

2.5.2 Fermentações

O vinho, assim como todos os seres vivos, possui fases evolutivas. Assim, a maceração (nos tintos) e as fermentações (alcoólica e malolática)

corresponderiam ao nascimento, a fase de estabilização ao crescimento, as etapas de maturação e envelhecimento em garrafa equivaleriam à fase adulta (na qual o vinho atingiria o seu apogeu qualitativo) e, por fim, o declínio ou morte, com a perda significativa de aroma e sabor e uma progressiva degradação oxidativa. Desta forma, as operações enológicas, senão as mais importantes, são a maceração e as fermentações, pois afetam grandemente a extração e a composição química dos vinhos (GIOVANNINI e MANFROI, 2009), como pode ser visto posteriormente (ver itens 2.5.2.2 e 2.5.2.3).

2.5.2.1 Adição de leveduras

A adição de leveduras e bactérias selecionadas na etapa de fermentação é uma tendência universal em biotecnologia, proporcionando processos mais produtivos, controláveis e mais seguros em termos de qualidade. Algumas vias metabólicas indesejáveis dos micro-organismos podem ser inibidas ou mesmo suprimidas por manipulações de processo. (MANFROI, 2002).

As características desejáveis das leveduras para produção de vinho tinto são: tolerância a elevada concentração de açúcares, capacidade de fermentar frutose, alta inversão de açúcares em etanol, tolerância a elevados teores de dióxido de enxofre, baixa produção de metanol e alcoóis superiores, elevado poder de floculação, moderada produção de acetaldeído a temperaturas entre 25 e 30°C e capacidade de produção de aromas típicos. Existem vários preparados comerciais de *Saccharomyces cerevisiae*, com diferentes cepas 'especializadas' na fermentação de diferentes tipos de vinho. Estudos científicos recentes apontam uma razoável influência da cepa da levedura na tipicidade aromática de certos vinhos tintos varietais (GUERRA, 2010), além de influenciar na cor de vinhos (SILVA e MURATORE, 2003).

2.5.2.2 Fermentação alcoólica

Durante a fermentação alcoólica, também conhecida como fermentação primária, as leveduras convertem os açúcares a álcool etílico e gás carbônico, representada pela Equação 2, conhecida como equação de Gay-Lussac (GUERRA, 2010).



A fermentação de glicose e frutose é catalisada por enzimas. Em certas etapas do processo enzimático é necessária a presença de alguns cátions como Mg^{++} , Zn^{++} , Co^{++} , Fe^{++} , Ca^{++} e K^+ , que atuam como cofatores (GUERRA, 2010). As reações bioquímicas que desencadeiam a fermentação alcoólica são demonstradas na Figura 4.

A fermentação alcoólica tem como subprodutos o acetaldeído, o glicerol e os ácidos láctico, succínico e cítrico, que contribuem para o sabor do vinho. Nessa fase são formados também os ésteres, principais responsáveis pelo “*bouquet*”, que conferem nota frutal ao vinho (SANTOS, 2006).

Na vinificação em tinto tradicional, a fermentação alcoólica e a maceração são realizadas simultaneamente (OIV, 2009). É através da manutenção da casca da uva em contato com o líquido, que dissolvem-se os componentes da película, principalmente os compostos fenólicos, que influem sobremaneira na composição química e sensorial dos vinhos e interferem no potencial de maturação e envelhecimento dos mesmos. A maceração pode ser mais ou menos intensa conforme o tipo de uva e as características desejadas para o vinho. Trata-se de um modo simples que o técnico dispõe para atribuir personalidade ao vinho. No caso de vinhos jovens, com aromas frutados, que é uma característica antagônica ao teor de compostos fenólicos, o período de maceração é curto. Por outro lado, para vinhos de guarda é fundamental um teor de tanino mais elevado, e conseqüentemente macerações mais prolongadas (GIOVANNINI e MANFROI, 2009).

O etanol produzido durante a fermentação é importante para a liberação de compostos voláteis da polpa e da casca, assim a intensidade do aroma aumenta proporcionalmente com o tempo de contacto entre a pele das uvas e o mosto durante o processo fermentativo (SCHMIDT e NOBLE, 1983).

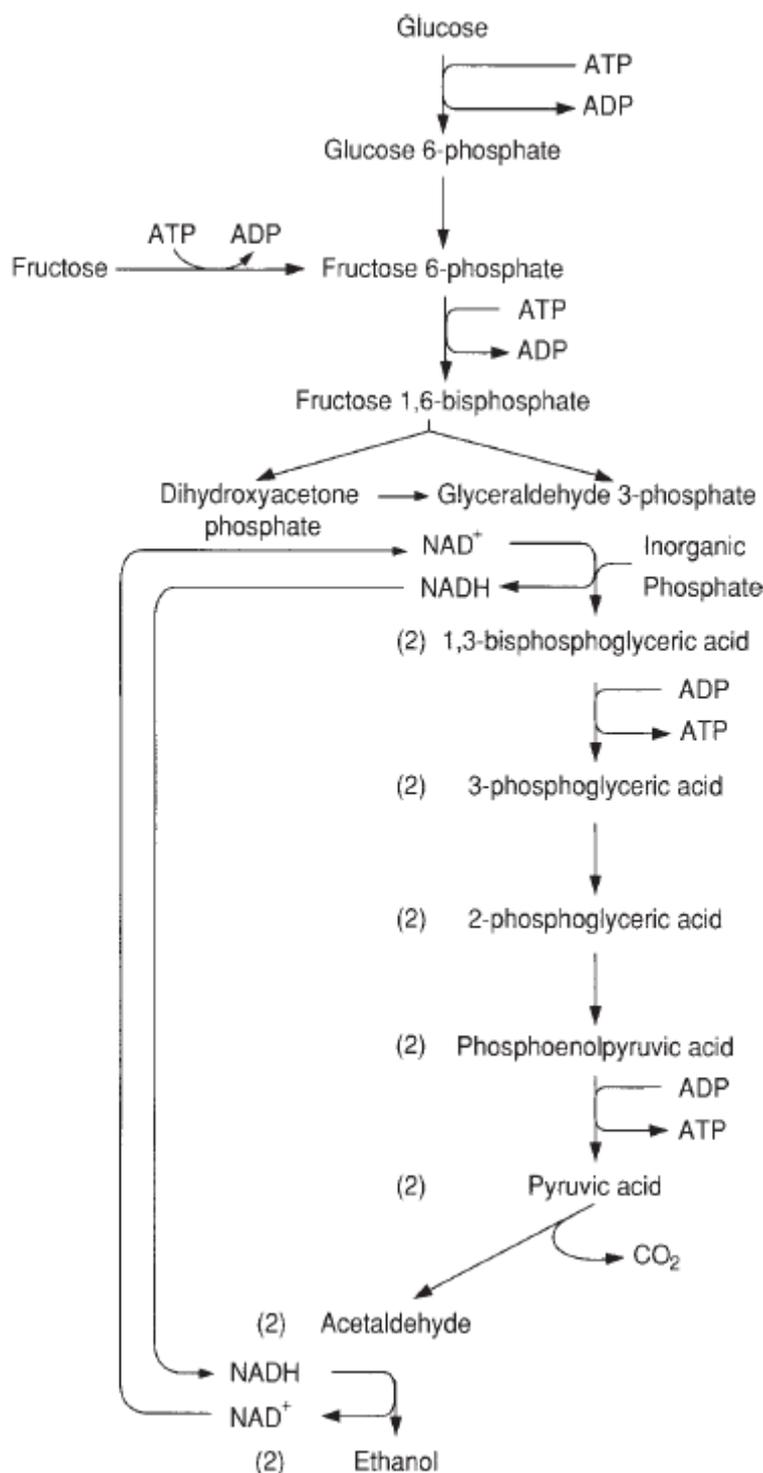


Figura 4. Fermentação alcoólica através da via glicolítica (JACKSON, 2008).

A extração dos compostos fenólicos e voláteis pode ser acelerada com a utilização de alguns processos mecânicos: remontagens (re-circulação do mosto ou vinho através do bagaço) e delestagens (retirada total da fase líquida e posterior transferência para o tanque de origem) (OIV, 2009). Entretanto a maceração deve ser conduzida de forma a possibilitar a extração seletiva dos compostos contidos nas partes sólidas da uva, extraíndo o máximo possível aqueles que conferem qualidade ao vinho e o mínimo possível os que limitam a qualidade. Os fatores que interferem na extração dos compostos durante a maceração são: tempo de maceração, número e frequência de remontagens, sistema de remontagem, volume de líquido remontado por unidade de tempo, relação fase sólida/fase líquida e temperatura da massa vinária (GUERRA, 2003).

A fermentação alcoólica produz grandes quantidades de energia, liberada sob a forma de calor. Na vinificação em tinto, é necessário resfriar a massa vinária para evitar que a temperatura da mesma se eleve acima de 30°C, pois pode prejudicar a qualidade aromática e gustativa do vinho. Temperaturas baixas permitem obter alto rendimento em álcool e menor perda por evaporação, além de interferir na natureza e qualidade dos compostos voláteis (aromáticos) formados. Os ésteres de odor frutado são formados em maior quantidade em vinhos que fermentam a temperaturas abaixo de 25°C. Entretanto, as temperaturas mais elevadas praticadas na fermentação em tinto (entre 26 e 28°C) devem-se à extração de polifenóis, pois a temperatura e o álcool são os principais fatores que influenciam a extração destes compostos a partir das cascas e sementes da uva (GUERRA, 2010).

Na vinificação em branco são utilizadas temperaturas mais baixas do que na vinificação em tinto, o que reduz a velocidade da fermentação. Isto faz-se necessário pois os produtos mais finos são obtidos em temperaturas que não ultrapassam 20°C. Uma fermentação à temperatura elevada (acima dos 30°C), além dos riscos de paradas sempre malélicas para a qualidade, ocasiona uma perda considerável dos aromas primários e os aromas secundários produzidos pelas leveduras são mais ricos em alcoóis superiores e menos ricos em ésteres, portanto menos agradáveis (PEYNAUD, 1993). O ideal para a fermentação de vinhos brancos jovens e aromáticos é a

temperatura entre 16 e 18°C, evitando problemas de oxidação e preservando, assim, as qualidades aromáticas dos vinhos (PEREIRA et al., 2009).

2.5.2.3 Fermentação malolática

A fermentação malolática ocorre após a alcoólica, constituindo-se em uma fermentação secundária, consiste na descarboxilação bacteriana do ácido málico formando ácido láctico e liberando gás carbônico (ALEXANDRE et al., 2004). Pode ocorrer espontaneamente (a partir de bactérias nativas) durante o armazenamento de vinhos novos em temperaturas ligeiramente elevadas ao longo de semanas ou meses, com resultados nem sempre satisfatórios (AGOURIDIS et al., 2008) ou de forma controlada, através da inoculação de culturas selecionadas (LONVAUD-FUNEL, 1995).

Os micro-organismos envolvidos no processo são bactérias ácido-láticas do gênero, *Oenococcus*, *Lactobacillus* ou *Pediococcus* (AGOURIDIS et al., 2008) sendo capazes de se multiplicar apesar do alto conteúdo de etanol, baixo pH e presença de dióxido de enxofre. *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos*) é a principal espécie de bactéria ácido-lática presente em vinhos e um dos micro-organismos melhor adaptados para realizar a fermentação malolática no baixo pH do vinho. Além do ácido málico, alguns outros ácidos orgânicos e açúcares podem ser utilizados por esta bactéria, podendo levar a mudanças significativas na concentração dos constituintes do vinho e ao surgimento de novos metabólitos, que afetam a qualidade sensorial dos mesmos (VILJAKAINEN e LAAKSO, 2000).

Este processo é indispensável em vinhos de regiões frias aonde a uva, por não atingir a maturação ideal, apresenta alta acidez (AGOURIDIS et al., 2008). A fermentação malolática é realizada principalmente nos vinhos tintos pois, além de estabilizar microbiologicamente o vinho (o ácido láctico formado é anti-séptico), proporciona notáveis alterações nas características organolépticas do vinho (CATANIA e AVAGNINA, 2007). Dentre as quais podem ser citadas:

- a) Diminuição da acidez: O ácido málico é agressivo, de gosto acervo, enquanto o ácido láctico é muito mais suave e transmite esta suavidade ao vinho (CATANIA e AVAGNINA, 2007).
- b) Melhora do volume e redondez de boca do vinho: apesar de ser influenciada pela diminuição da acidez, esta sensação é devida a ação das proteases e glucanases que aceleram a autólise das leveduras presentes, cedendo manoproteínas ao vinho (LONVAUD, 2004).
- c) Diminuição da cor: é acarretada pelo aumento do pH desencadeado pela fermentação malolática, que altera o estado de ionização das antocianinas, cuja concentração é a mesma que a do vinho não submetido a este processo (PALADINO et al., 2004).
- d) Liberação de aromas a partir de moléculas aromáticas glicosiladas: as cepas de *Oenococcus oeni* podem liberar aromas a partir de precursores glicosídicos, dependendo da quantidade liberada pela cepa utilizada (UGLIANO e MOIO, 2006).
- e) Alterações gustativas: diminuição do gosto amargo e de aroma herbáceo e um aumento de aromas floral-frutal, manteigoso e mel (CATANIA e AVAGNINA, 1998).

Apesar dos benefícios, a fermentação malolática não é favorável para todos os tipos de vinhos. Em mostos com baixa acidez, provenientes de regiões com climas quentes, a diminuição da acidez ocasionada pela fermentação malolática poderia acarretar efeitos deletérios sobre a estabilidade microbiológica e as propriedades sensoriais dos vinhos (ALEXANDRE et al., 2004).

2.5.3 Estabilização dos vinhos

Ao final das fermentações, cessa o desprendimento de CO₂ e as partículas em suspensão no vinho (fragmentos de partes sólidas da uva, células de leveduras, sais, agregados de proteínas, clarificantes, polifenóis, etc.) tendem a depositar-se no fundo dos recipientes, deixando o líquido mais

ou menos límpido. Estes depósitos, que recebem o nome de borras, são indesejáveis, já que são fontes de contaminação e sede de reações químicas e bioquímicas que podem dar origem a produtos com aroma e sabor desagradáveis. A separação do líquido mais límpido das borras denomina-se *trasfega* (MANFROI, 2010).

A *trasfega* consiste em transferir o vinho de um recipiente para outro, de modo que o sedimento remanescente permaneça no reservatório original (ROSIER, 1995). Geralmente são realizadas três *trasfegas*: a primeira (também chamada de *desborra*) deve ser realizada logo após o final da fermentação, incorporando-se ao vinho certa quantidade de oxigênio que, neste momento, possui efeitos benéficos por favorecer a completa fermentação do açúcar e desprender o excesso de gás carbônico e ácido sulfídrico; a segunda *trasfega* é realizada entre quatro e seis semanas após a primeira e a terceira *trasfega* deve ser realizada após a estabilização do vinho. As duas últimas *trasfegas* devem ser realizadas sem a incorporação de oxigênio (RIZZON et al., 1994).

O etanol produzido pela transformação do mosto em vinho diminui a solubilidade do hidrogenotartarato de potássio (KHT), principal sal do ácido tartárico presente no meio. Assim o vinho encontra-se sobressaturado em KHT, o que possibilita a ocorrência de precipitados deste sal. Este fenômeno depende de fatores como temperatura, teor alcoólico, teor de coloides protetores, presença de núcleos de cristalização, etc. Em função das condições físico-químicas acima descritas, um vinho não tratado corre o risco de formação de depósitos de KHT. Esta cristalização é perfeitamente natural e inócua para a saúde, mas se ocorrer na garrafa, prejudica a apresentação dos vinhos colocados no mercado. A fim de eliminar a sobressaturação de KHT e evitar este inconveniente, pode-se criar as condições favoráveis à precipitação do KHT excedente através da estabilização pelo frio. Este tratamento consiste no arrefecimento prolongado do vinho abaixo da temperatura de cristalização do KHT, mas acima do ponto de congelamento do próprio vinho (SANTOS et al., 2000).

A baixa temperatura e o tempo de estocagem para estabilização dependem do tipo de vinho. Por exemplo, vinhos com altos teores de açúcar e

álcool requerem temperaturas de armazenamento menores que vinhos de mesa seco que contenham 12 a 13 % de álcool. Outros fatores, como a concentração de ácidos, cátions, ânions, pH e vários agentes complexantes, também afetam a estabilidade tartárica e precipitação (DHARMADHIKARI, 2002).

2.5.4 Engarrafamento e envelhecimento

Uma vez engarrafado, restam pequenos teores de oxigênio dissolvidos no mesmo. Este oxigênio residual reage completamente com outros compostos em semanas ou meses. O vinho passa então de um ambiente propenso à oxidação para um ambiente redutor. Nestas condições desenvolve-se o aroma terciário ou de envelhecimento (buquê), o qual é percebido se permanecer na garrafa por um tempo suficientemente longo (pelo menos dois anos) (GUERRA, 2010).

Durante o armazenamento e envelhecimento (afinamento) de vinhos tintos, cuja temperatura ideal varia de 16 a 18°C e a iluminação deve ser a mínima possível (ROSIER, 1995), Os compostos polifenólicos são gradualmente modificados através de reações químicas de oxidação e polimerização com outros compostos como ácido pirúvico e acetaldeído e também reações entre diferentes compostos polifenólicos (RECAMALES et al., 2006). Essas reações são responsáveis pelo aparecimento de novos pigmentos e, conseqüentemente, estes processos afetam a cor e estabilidade coloidal do vinho (BAKKER e TIMBERLAKE, 1997). A matéria corante muda paulatinamente de cor, passando de um vermelho-violeta a um vermelho-amarronzado, com reflexos alaranjados. Essa mudança é o resultado visível de uma série de reações químicas naturais e é tão lenta quanto maior for a longevidade do vinho (GUERRA, 2010).

Em vinhos brancos os compostos fenólicos, durante o período de envelhecimento, sofrem processo de oxidação, sendo transformados em quinonas. As quinonas formadas polimerizam-se formando macromoléculas

com coloração amarelo acastanhado, e conseqüentemente afetando a cor do vinho (SINGLETON, 1987).

2.6 Cultivares estudadas

2.6.1 Uvas Tintas

2.6.1.1 Sangiovese

Sangiovese é uma cultivar antiga que possui uma extensa diversidade de clones. É cultivada extensivamente em toda a Itália central, nas regiões de Lazio, Úmbria, Marche e, principalmente, na Toscana onde é mais conhecida por produzir os vinhos Chianti, desde os leves aos encorpados, além de produzir muitos dos melhores vinhos tintos da Itália. Sangiovese é uma cultivar relativamente forte, mas variável no rendimento. Em condições ideais produz um vinho que possui aroma de cerejas, violetas e alcaçuz (JACKSON, 2008). Apesar de ser utilizada em vinhos varietais como o Brunello di Montalcino, é usualmente empregada em *assemblages* (cortes) com outras cepas. Fora da Itália, a Sangiovese se adaptou principalmente em regiões mais quentes como Califórnia e Austrália.

2.6.1.2 Barbera

Barbera é a variedade mais cultivada no Piemonte, sua terra natal, onde são produzidos os vinhos Barbera d'Alba e Barbera d'Asti. É uma variedade muito importante na Itália, sendo cultivada nas regiões de Emilia-Romagna, Puglia, Campânia, Sicília e Sardenha. Os vinhos varietais são vibrantes, compactos e ligeiramente rústicos (MACNEIL, 2003), porém, quando utilizada em cortes com outras cultivares, é responsável por adicionar acidez e 'fruta' aos vinhos de baixo pH (JACKSON, 2008).

2.6.1.3 Corvina

A Corvina é a cultivar mais importante dos célebres vinhos italianos Amarone e Valpolicella (MACNEIL, 2003), geralmente é utilizada em assemblages por sua falta de cor e taninos, porém, por sua juventude, vinhos varietais desta cultivar são comparáveis aos Beaujolais.

2.6.1.4 Montepulciano

Montepulciano é uma variedade amplamente cultivada na Itália central e meridional. Os vinhos da uva Montepulciano são globalmente apreciados por seus sabores suaves, cores fortes e taninos delicados, motivos pelos quais são consumidos quando jovens. Esta cultivar prospera nas regiões italianas de Abruzzo, Marche, Puglia e Molise, mas não se adaptou bem nas regiões do norte da Itália, onde se esforça para atingir um estágio de maturação ideal. A região de Abruzzo é famosa pela produção de Montepulciano de onde provém o bom, embora rústico, Montepulciano d'Abruzzo (MACNEIL, 2003).

2.6.1.5 Schiava

A Schiava é uma variedade nativa de Trentini-Alto Adige, região italiana onde é amplamente cultivada (MACNEIL, 2003). Esta variedade produz vinhos frutados, de cor clara e baixos níveis de acidez, taninos e álcool, motivo pelos quais devem ser bebidos ainda quando jovens.

2.6.2 Uvas brancas

2.6.2.1 Prosecco

A Prosecco é uma variedade originária da região do Veneto, Itália. Seu nome também identifica o vinho branco espumante produzido em duas regiões italianas que detém o direito à denominação de origem controlada:

Valdobbiadene e Conegliano. Na vinha, A Prosecco é uma uva altamente produtiva e amadurece no final da temporada. Tem alta acidez e paladar bastante neutro, tornando-se uma candidata ideal para a produção de vinho espumante. O vinho é leve e de baixo teor alcoólico (8,5 % é o nível mínimo de álcool permitido para Prosecco), bem adequado ao consumo nos meses de verão ou como aperitivo (MACNEIL, 2003).

2.6.2.2 Vermentino

A Vermentino é uma variedade famosa na Riviera italiana onde dá origem a vinhos brancos secos e florais. Também cresce nas ilhas da Córsega e da Sardenha e no sul da França onde é conhecida como Rolle (MACNEIL, 2003). As uvas Vermentino normalmente são utilizadas na produção de vinhos leves, aromáticos, com acidez refrescante. Em contraste, os vinhos Vermentino de Bolgheri, no norte da Toscana, são reconhecidos por sua profundidade e complexidade, e pode ser comparado a Viognier devido suas características florais. Poucos vinhos Vermentino têm a estrutura para suportar o envelhecimento, assim, eles são consumidos quando jovens.

2.6.2.3 Greco di Tufo

A Greco di Tufo provém de uma antiga variedade grega, hoje plantada basicamente na região de Campania (sul da Itália) onde produz vinhos brancos de boa qualidade (MACNEIL, 2003). A variedade Greco foi originalmente cultivada nas encostas do Vesúvio, onde recebeu o nome *Lacryma Christi*. Mais tarde, foi plantada na província de Avellino, onde foi dada a denominação Greco di Tufo.

2.6.2.4 Verdiso

A cultivar Verdiso é uma originária da região de Treviso, no nordeste da Itália. Os vinhos são aromáticos e produzidos em várias áreas de denominação

de origem controlada ao redor de Treviso e de Colli Conegliano (MACNEIL, 2003).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Amostragem

A matéria-prima utilizada teve origem de clones de videiras (*Vitis vinifera*) selecionadas (Corvina, Montepulciano, Sangiovese, Barbera, Schiava, Prosecco, Greco di Tufo, Vermentino e Verdiso) e fornecidas pela “Company Vivai Cooperativi Rauscedo” – Treviso/Itália. A área experimental foi implementada em 2007 na Unidade Experimental da URI – Campus de Erechim (Campus II), a aproximadamente 715 m de altitude e coordenadas 27° 36’ 41” Sul e 52° 13’ 46” Oeste, cujo solo é classificado como sendo do Tipo 3 (contendo 61 % de argila, 22 % de silte e 17 % de areia), conforme análises do solo (ANEXO I). As videiras foram conduzidas no sistema espaldeira, conforme aspecto apresentado na Figura 5.



Figura 5. Aspecto de condução das videiras – Sistema Espaldeira, Unidade experimental da URI – Campus de Erechim (Campus II).

A microvinificação foi realizada na safra 2010, somente com as variedades que produziram uvas sãs, isto é, frutos não atacados por fungos ou insetos, e em quantidade mínima de 10 kg.

As condições climáticas da safra 2010 caracterizaram-se por um período chuvoso durante toda a maturação da uva, boa amplitude térmica e excesso hídrico próximo às colheitas. Os dados climáticos médios ocorridos nos meses de maturação e colheita da uva em Erechim - RS podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5. Dados climáticos médios da cidade de Erechim-RS nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2010.

Mês/Ano	Temperatura (°C)		Precipitação pluviométrica (mm)	Amplitude Térmica (°C)
	Máx.	Mín.		
Janeiro/2010	27,3	18,5	142,4	8,80
Fevereiro/2010	28,5	18,9	138,3	9,60
Março/2010	27,3	16,1	118,1	11,20

Fonte: www.inmet.gov.br

A evolução da maturação das uvas foi acompanhada a fim de definir a maturação tecnológica da uva (momento em que foi realizada a colheita). O período de amostragem iniciou na *véraison* (mudança de cor da baga no início da maturação), através da verificação visual de quando aproximadamente 50 % das bagas atingiram a coloração característica (coloração azul escura, nas variedades tintas) e análises físico-químicas do mosto da uva. Para análises clássicas da maturação da uva foram realizadas coletas semanais de três cachos de cada variedade, em videiras selecionadas aleatoriamente, desde o período de início da maturação até a colheita. Os cachos coletados foram acondicionados em sacos plásticos e transportados ao laboratório, onde as uvas foram esmagadas manualmente para extrair o mosto que, após filtrado, foi submetido a análises de pH, acidez total e sólidos solúveis totais a 20°C.

3.2 Elaboração dos vinhos

Os vinhos foram elaborados em pequena escala (microvinificação), sem chaptalização, em recipientes de vidro com capacidade de 5, 20 ou 40 L (conforme a quantidade de mosto disponível) providos de válvula de Müller. As microvinificações foram realizadas na Usina Piloto de Fermentações da URI – Erechim (Campus I). Inicialmente, a baga foi separada da ráquis e a seguir esmagada com uma desengaçadeira-esmagadeira (Japa Ltda, Modelo DZ35), momento em que se retiraram amostras de mosto para análise. Na elaboração do protocolo de microvinificação para vinho tinto e branco foram realizadas correções e/ou operações, conforme metodologia proposta por DI GAETANO (2008). As fermentações (alcoólica e maloláctica) e a estabilização foram conduzidas em câmara fria climatizada, sendo que a temperatura foi variada em função da etapa do processo.

As Figuras 6 e 7 apresentam o fluxogramas simplificados do processo de elaboração de vinhos tintos e brancos, respectivamente.

Na vinificação em branco (mosto sem a presença de películas), durante a obtenção do mosto (desengace e prensagem da uva) houve a aplicação de CO₂, metabissulfito de potássio e/ou ácido ascórbico a fim de evitar o escurecimento enzimático do mosto. Reservou-se aproximadamente 4 % do mosto para ativação da levedura seca e ativa (Maurivin Elegance, Mauri Yest Austrália), enquanto que o restante do mosto foi sulfitado e clarificado (enzimaticamente e/ou com auxílio de agentes físico-químico: bentonite e/ou caseinato de potássio), permanecendo sob refrigeração ($8 \pm 2^\circ\text{C}$) por 24 horas. Após este período, foi realizada a trasfega em atmosfera inerte de N₂ (a fim de separar o mosto dos sedimentos). Em seguida, adicionou-se o inóculo e a fermentação alcoólica foi conduzida em câmara climatizada (Cia do Aço – Erechim) sob temperatura controlada ($16 \pm 1^\circ\text{C}$). As demais operações e/ou tratamentos de correções e os respectivos períodos estão apresentados nos protocolos de vinificação – Apêndice I. As variedades microvinificadas em branco foram Greco di Tufo, Prosecco, Verdiso, Vermentino e Schiava.

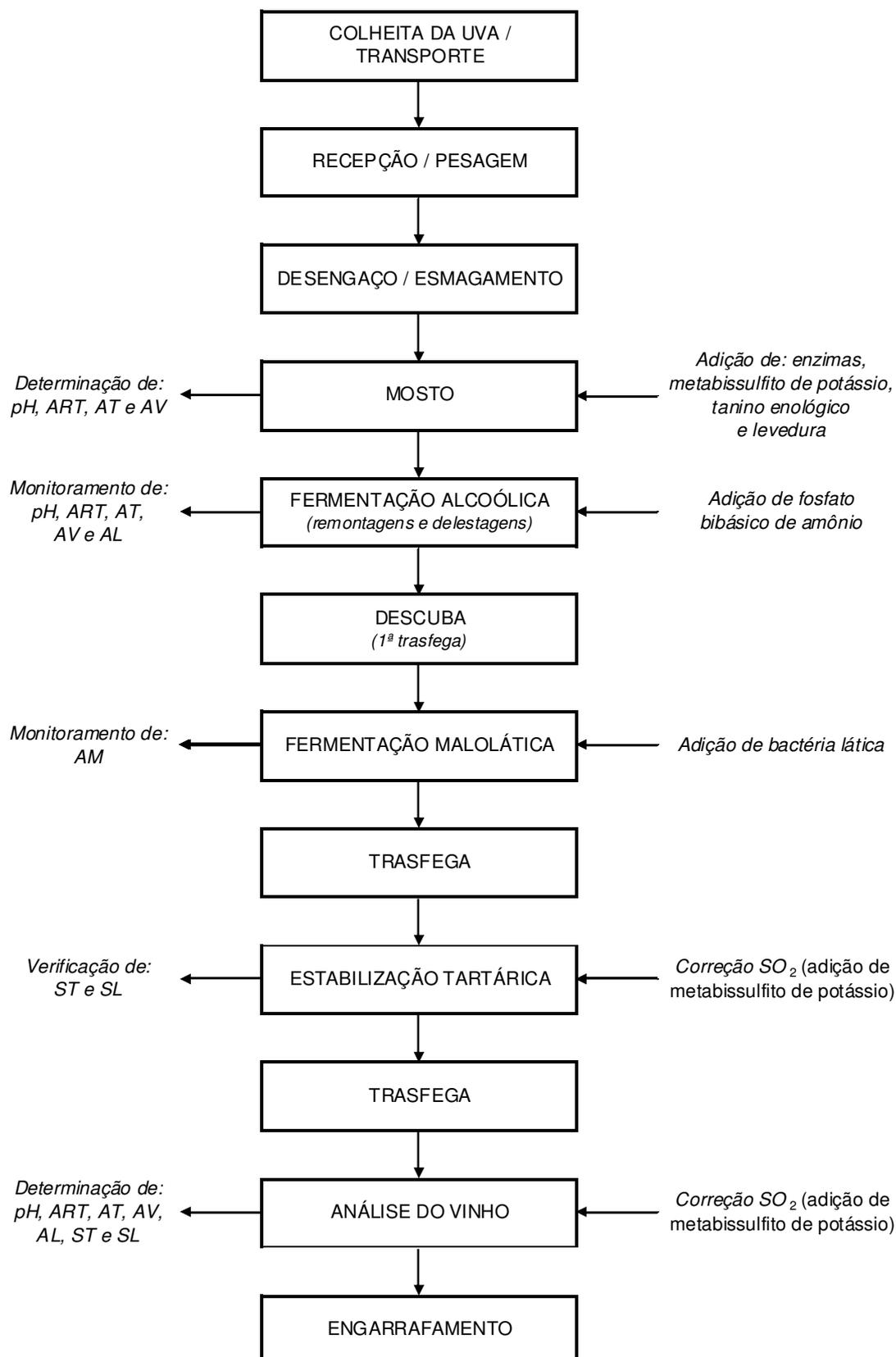


Figura 6. Fluxograma simplificado do processo de elaboração de vinho tinto. Legenda: Açúcares redutores totais (ART), acidez total (AT), acidez volátil (AV), álcool (AL), SO₂ total (ST), SO₂ livre (SL), potencial hidrogeniônico (pH), ácido málico (AM).

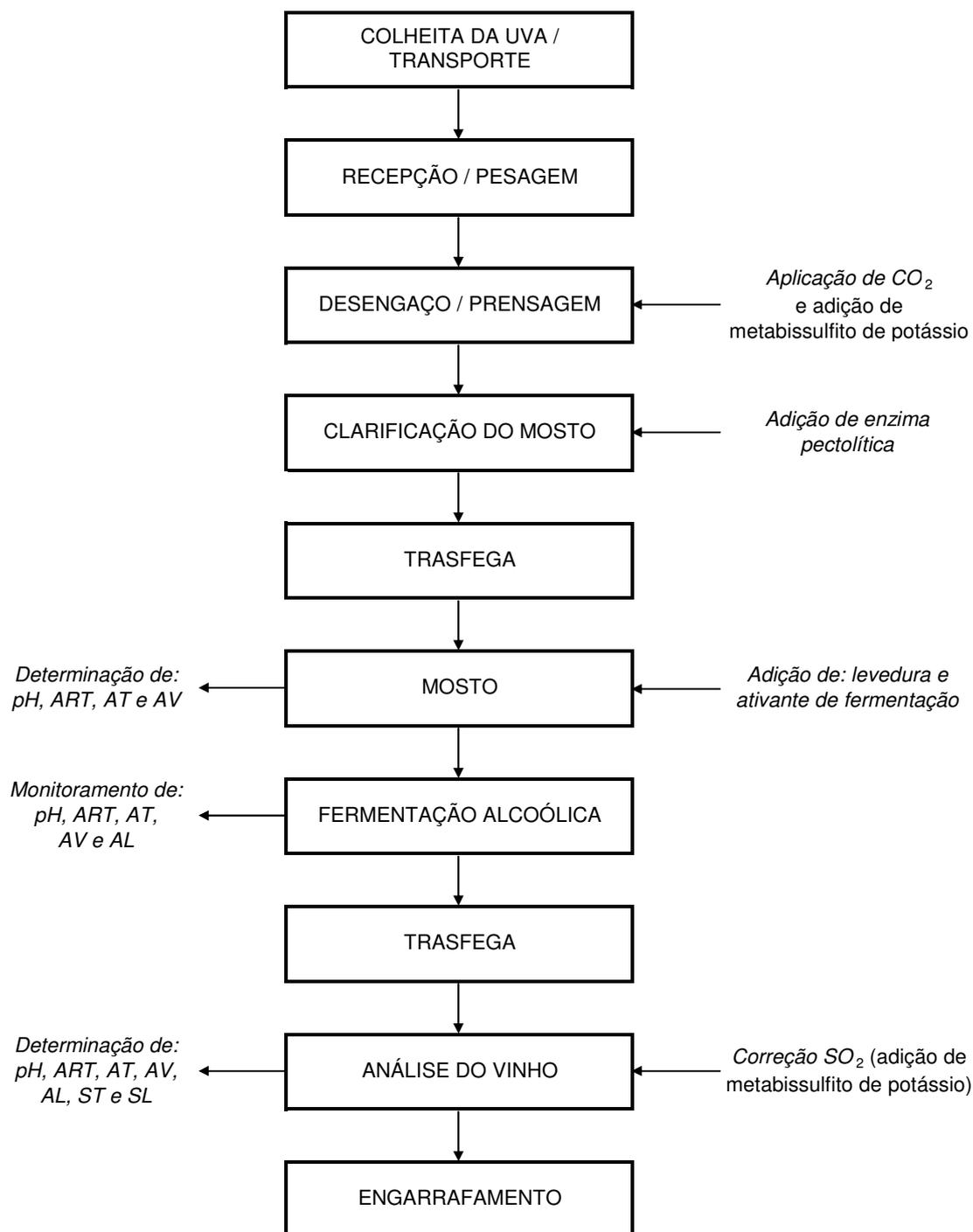


Figura 7. Fluxograma simplificado do processo de elaboração de vinho branco. Legenda: Açúcares redutores totais (ART), acidez total (AT), acidez volátil (AV), álcool (AL), SO₂ total (ST), SO₂ livre (SL), potencial hidrogeniônico (pH).

O mosto com as películas (microvinificação em tinto) foi sulfitado e acondicionado no recipiente contendo a levedura (Maurivin AWRI 350, Mauri Yest Austrália) previamente ativada. A fermentação alcoólica foi conduzida em câmara climatizada (Menoncin – Erechim) sob temperatura controlada (28 ±

1°C). O tempo de maceração foi de aproximadamente sete dias com remontagens diárias e, ao término deste período, foi realizada a descuba e posterior inoculação de bactéria láctica (Uvaferm MBR, Lallemand). A fermentação malolática foi conduzida em câmara climatizada (Menoncin – Erechim) sob temperatura controlada ($18 \pm 1^\circ\text{C}$) e teve seu término determinado em função do teor de ácido málico ($< 0,3 \text{ g.L}^{-1}$). As variedades microvinificadas em tinto foram Barbera, Corvina, Montepulciano e Sangiovese.

Os vinhos, após a conclusão das operações descritas nos protocolos de vinificação, foram submetidos a estabilização tartárica a frio, permanecendo sob temperatura controlada ($6 \pm 1^\circ\text{C}$) em câmara climatizada por um período de aproximadamente 90 dias.

Posteriormente, os vinhos foram trasfegados e acondicionados em garrafas de 750 mL, momento em que foram realizadas as análises físicas e/ou físico-químicas (grau alcoólico, pH, acidez total e volátil, açúcares redutores, SO_2 livre e total, componentes minerais, tonalidade e intensidade de cor).

3.3 Metodologias analíticas

As análises abaixo descritas foram realizadas em todas as variedades estudadas.

3.3.1 Características físicas da baga e do cacho

As características físicas da uva foram determinadas através de análises efetuadas por ocasião da colheita da uva. O peso do cacho, o número de bagas por cacho, o peso da ráquis e a relação peso da ráquis/peso do cacho foram determinados através das medidas realizadas em 10 cachos de uvas colhidos ao acaso. O comprimento, a largura e a relação comprimento/largura da baga foram determinados com paquímetro pela medição de 30 bagas. A determinação do peso da baga foi realizada pela pesagem de três grupos de 100 bagas (RIZZON e MIELE, 2003).

3.3.2 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais (20°C) do mosto foi determinado por refratometria, conforme as normas da AOAC (1995), utilizando refratômetro de bancada - Tipo ABBE (BEL Equipamentos, RMT OPTTECH). Os resultados foram expressos em °Brix.

3.3.3 pH

As leituras de pH foram realizadas com auxílio de um potenciômetro em eletrodo de vidro, através da leitura direta da amostra (mosto e vinho) com o uso de medidor de pH (modelo pH 300, Analyser), segundo metodologia AOAC (1995).

3.3.4 Acidez total

Uma amostra de 10 mL de vinho foi diluída em 100 mL de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹, tendo como indicador a fenolftaleína, até coloração rósea persistente (mínimo 15 segundos), conforme metodologia descrita por Brasil (2005). A titulação das amostras coloridas, onde não foi possível verificar o ponto de viragem, foi realizada com auxílio de medidor de pH (Analyser, modelo pH 300), até pH 8,2. A acidez total foi expressa em meq.L⁻¹ e, no caso da determinação da maturação tecnológica (Ratio = °Brix/acidez total), em g de ácido tartárico/100 mL de amostra.

3.3.5 Acidez volátil

Uma amostra de 10 mL de vinho foi diluída em 250 mL de água destilada em balão de destilação. Procedeu-se a destilação e recolheu-se 100 mL de destilado que foi titulado conforme metodologia utilizada na determinação da acidez total (adaptado de GÓES, 2005). A acidez volátil foi expressa em meq.L⁻¹ de amostra.

3.3.6 Álcool

A determinação do teor alcoólico foi realizada por destilação (BRASIL, 2005), com modificações. Uma amostra de 250 mL de vinho (a temperatura de 20°C) foi transferida para um balão de destilação de 500 mL. Foram recolhidos 180 mL do destilado e transferidos para balão volumétrico de 250 mL, o volume foi corrigido em temperatura ajustada a 20°C. Posteriormente, transferiu-se o volume para uma proveta de 250 mL onde, com auxílio de um alcoômetro de Gay-Lussac, foi determinado o teor alcoólico, expresso em percentual (v/v).

3.3.7 Componentes minerais

Inicialmente, obteve-se o teor de cinzas das amostras (mosto e vinho), por incineração em mufla (Novus) a 550 °C de acordo com procedimentos descritos por IAL (1985). Em seguida, as cinzas foram diluídas em HNO₃ 1 mol.L⁻¹. O teor dos minerais (Mg, Ca, Na, K, Mn, Fe, Zn e Cu) foi determinado por espectrometria de absorção atômica em chama - FAAS (Varian Spectra AA-55), segundo metodologia descrita por AOAC (1995). Foram utilizadas lâmpadas de cátodo oco de Mg, Ca, Na, K, Mn, Fe, Zn e Cu, como fonte de radiação. Os elementos foram medidos em condições de operação otimizadas por FAAS em chama ar/acetileno ou óxido nitroso/acetileno. Para eliminar possíveis interferências na determinação de Ca e Mg, foi adicionado cloreto de lantânio (Merck) nas amostras e nas soluções padrão na proporção de 1% (m/v). Os cálculos dos teores dos minerais nas amostras foram baseados em curva de calibração obtida com soluções padrão. Os resultados foram expressos em mg.L⁻¹. Os parâmetros instrumentais são apresentados na Tabela 6.

O teor de Nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1995) e os resultados expressos em mg.L⁻¹.

Tabela 6. Parâmetros instrumentais utilizados no FAAS.

Elemento	λ (nm)	Intensidade da lâmpada (mA)	Fenda (nm)	Concentração de trabalho (mg.L⁻¹)
Ca	239,9	10	0,2	2 – 800
Na	303,2	5	0,2	2 – 400
Mg	202,6	4	1	0,15 – 20
Mn	403,1	5	0,2	0,5 – 60
Zn	213,9	5	1	0,01- 2.0
Cu	324,7	4	0,5	0,03 – 10
Fe	248,3	5	0,2	0,06 – 15
K	404	5	0,2	5 - 300

3.3.8 SO₂ total e livre

A determinação do SO₂ total e livre foi realizada adaptando-se o método utilizado por Antes (2008).

Na determinação do SO₂ total, 25 mL de amostra foi adicionada em erlenmeyer juntamente com 25 mL de solução de hidróxido de sódio 1 mol.L⁻¹. O erlenmeyer foi fechado e o conteúdo, após homogeneização, foi mantido em repouso por 15 minutos. Em seguida foram adicionados 15 mL de ácido sulfúrico a 20 % e 2 mL de amido 2 % e titulou-se com solução de iodo 0,02 mol.L⁻¹. Os resultados foram expressos em mg.L⁻¹.

Na determinação do SO₂ livre, 25 mL de amostra, 10 mL de ácido sulfúrico 1:3 e 2 mL de solução de amido a 1% foram adicionados em erlenmeyer. A seguir foi realizada a titulação com solução de iodo 0,02 mol.L⁻¹ até o aparecimento da cor azulada persistente. Os resultados foram expressos em mg.L⁻¹.

3.3.9 Índices de cor

Os índices de cor foram determinados segundo metodologia descrita por Freitas (2006). Nas amostras efetuaram-se as leituras das densidades ópticas em espectrofotômetro (Perkin Elmer, modelo Lambda EZ 150) nos comprimentos de onda de 420 nm (A_{420}), 520 nm (A_{520}) e 620 nm (A_{620}), em cubetas de vidro de 1,0 cm de percurso óptico. Foram calculados os índices de intensidade de cor (IC) e tonalidade (T) dos vinhos tintos, através das equações 4 e 5, respectivamente.

$$IC = A_{420} + A_{520} + A_{620} \quad (4)$$

$$T = A_{420} / A_{520} \quad (5)$$

3.3.10 Açúcares redutores totais

O teor de açúcares redutores foi determinado pelo método DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico) conforme metodologia descrita por MILLER (1959) e a intensidade da coloração foi medida em espectrofotômetro (Agilent 8553) no comprimento de onda de 505 nm. A quantificação foi realizada mediante a confecção de curva padrão de glicose na concentração de 0,1 a 0,9 g.L⁻¹.

3.3.11 Ácidos orgânicos

A determinação dos ácidos tartárico, málico, acético e lático foi realizada segundo metodologia adaptada de Rizzon e Sganzerla (2007). Empregou-se um cromatógrafo líquido (HP 1100 series, Agilent) equipado com degaseificador, bomba quaternária, injetor automático ajustado para 20 µL e detector de índice de refração (RID) ajustado a 210 nm. Para a separação cromatográfica foi utilizada uma coluna Razex Monosaccharide (Phenomenex) (300 x 7,8 mm ID, 8 µm). A fase móvel utilizada para separação dos ácidos foi uma solução aquosa de KH₂PO₄ 0,01 mol.L⁻¹, com pH ajustado para 2,6 com ácido fosfórico na vazão de 0,5 mL.min⁻¹. A quantificação foi realizada mediante a elaboração de uma curva de calibração nas concentrações de 0,1,

0,5, 1,0, 2,5, 5,0 e 10 g.L⁻¹ de cada ácido. As curvas de calibração também foram utilizadas na avaliação da faixa de linearidade. Todas as amostras e a fase móvel foram filtradas em membrana 0,45 µm (Millipore JBR61022 e HAWP04700).

3.4 Tratamento estatístico

As análises foram realizadas em triplicata. Os resultados obtidos foram submetidos a tratamento estatístico através da ferramenta de Análise de Dados do programa computacional Excel 2003 (Microsoft). Após a constatação da distribuição normal dos resultados o teste paramétrico utilizado foi Análise de Variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey para comparação das médias, ao nível de 95 % de confiança.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item serão apresentados os resultados e discussões referentes às características físicas dos cachos e das bagas (massa e dimensões), índices de maturação das uvas no momento da colheita ($^{\circ}\text{Brix}/\text{Acidez Total}$ e $^{\circ}\text{Brix.pH}^2$), análises químicas dos mostos ($^{\circ}\text{Brix}$, acidez total e volátil, pH, açúcares redutores e ácidos tartárico e málico) e características físico-químicas dos vinhos.

4.1 Características das uvas

As variedades que produziram uvas sãs e em quantidade superior a 10 kg, condições mínimas necessárias a microvinificação, foram Corvina, Montepulciano, Sangiovese, Barbera (cultivares tintas), Schiava (cultivar rosé), Prosecco, Greco di Tufo, Vermentino e Verdiso (cultivares brancas). A uva rosé (cv. Schiava) foi microvinificada em branco. As Figuras 8 e 9 mostram o aspecto visual dos cachos das cultivares microvinificadas e registra os diferentes estádios de maturação destas, num determinado período (03/02/10).

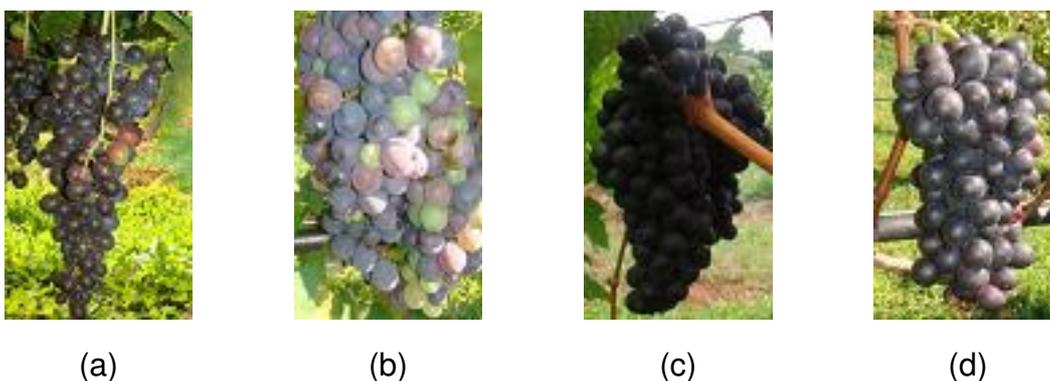


Figura 8. Aspecto visual das variedades microvinificadas em tinto: (a) Corvina, (b) Montepulciano, (c) Sangiovese e (d) Barbera, respectivamente, produzidas em Erechim durante a safra 2010.

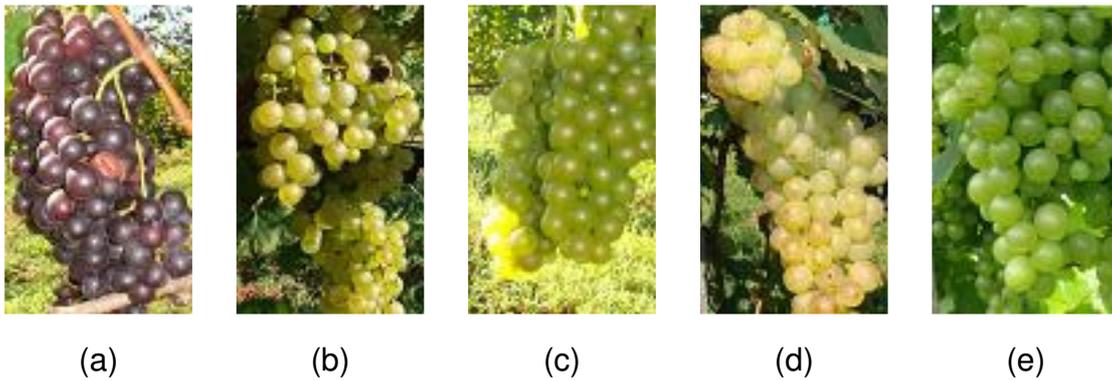


Figura 9. Aspecto visual das variedades microvinificadas em branco: (a) Schiava, (b) Prosecco, (c) Greco di Tufo, (d) Vermentino, e (e) Verdiso, respectivamente, produzidas em Erechim durante a safra 2010.

O peso do cacho depende diretamente do tamanho e do número de bagas por cacho, enquanto que o tamanho e o peso da baga estão relacionados com a disponibilidade e absorção de água pela planta no período de maturação da uva (Rizzon e Miele, 2003), além de sofrer forte influência genética, estando em função do pegamento efetivo da baga (Rizzon e Miele, 2002).

As Tabelas 7 e 8 apresentam as características físicas dos cachos e das bagas de cada cultivar.

Tabela 7. Características físicas (média \pm desvio padrão) dos cachos e das bagas das cultivares tintas produzidas em Erechim/RS durante a safra 2010.

	Corvina	Montepulciano	Sangiovese	Barbera
Características do cacho				
Peso do cacho (g)	224,0 \pm 38,6 ab	188,0 \pm 59,0 ab	274,0 \pm 80,0 a	138,0 \pm 44,7 b
Peso da ráquis (g)	11,3 \pm 2,0 a	8,5 \pm 4,2 ab	11,2 \pm 3,2 a	5,8 \pm 1,4 b
Peso da ráquis/Peso do cacho (%)	5,2 \pm 1,2 a	4,5 \pm 1,5 a	4,1 \pm 0,6 a	4,4 \pm 0,8 a
Número de bagas/cacho	131,4 \pm 18,8 a	87,6 \pm 28,7 b	95,5 \pm 26,0 ab	57,0 \pm 15,4 b
Características da baga				
Peso da baga (g)	1,9 \pm 0,1 d	2,4 \pm 0,1 c	3,0 \pm 0,1 a	2,6 \pm 0,2 b
Comprimento da baga (mm)	16,1 \pm 1,3 a	14,2 \pm 1,6 b	15,7 \pm 1,3 ac	15,0 \pm 1,3 bc
Largura da baga (mm)	13,9 \pm 1,2 a	12,8 \pm 1,6 b	14,2 \pm 1,0 a	13,6 \pm 1,4 ab
Comprimento/Largura da baga	1,15 \pm 0,06 a	1,11 \pm 0,08 a	1,11 \pm 0,09 a	1,11 \pm 0,05 a

Médias \pm desvio padrão seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% (Teste de Tukey).

Tabela 8. Características físicas (média \pm desvio padrão) dos cachos e das bagas das cultivares rosé e brancas produzidas em Erechim/RS durante a safra 2010.

	Schiava	Prosecco	Greco di Tufo	Vermentino	Verdiso
Características do cacho					
Peso do cacho (g)	307,0 \pm 84,1 a	145,5 \pm 43,0 b	126,0 \pm 29,5 b	328,0 \pm 74,7 a	353,0 \pm 159,7 a
Peso da ráquis (g)	9,5 \pm 3,1 bc	9,0 \pm 1,8 bc	7,2 \pm 2,4 c	13,1 \pm 4,4 ab	16,5 \pm 7,1 a
Peso da ráquis/Peso do cacho (%)	3,1 \pm 0,3 d	6,4 \pm 1,3 a	5,6 \pm 0,9 ab	4,0 \pm 1,0 cd	4,9 \pm 1,3 bc
Número de bagas/cacho	88,8 \pm 21,2 a	100,3 \pm 26,7 a	99,0 \pm 21,4 a	103,5 \pm 28,9 a	109,2 \pm 44,7 a
Características da baga					
Peso da baga (g)	3,6 \pm 0,2 a	1,6 \pm 0,2 b	1,2 \pm 0,1 c	3,4 \pm 0,1 a	3,5 \pm 0,2 a
Comprimento da baga (mm)	17,8 \pm 1,0 b	13,3 \pm 1,5 c	12,2 \pm 0,8 d	16,9 \pm 1,4 b	19,3 \pm 1,5 a
Largura da baga (mm)	17,4 \pm 1,3 a	13,7 \pm 1,6 c	12,5 \pm 0,6 d	14,8 \pm 1,1 b	17,3 \pm 1,3 a
Comprimento/Largura da baga	1,03 \pm 0,06 b	0,98 \pm 0,06 b	0,98 \pm 0,05 b	1,14 \pm 0,07 a	1,12 \pm 0,04 a

Médias \pm desvio padrão seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% (Teste de Tukey).

As variedades Greco di Tufo e Verdiso (Tabela 8) apresentaram o menor (126,0 g) e maior (353,0 g) peso médio de cacho, respectivamente, dentre as variedades brancas e rosé. Em relação às variedades tintas (Tabela 7), o maior peso médio do cacho foi verificado na cv. Sangiovese (274,0 g) e o menor na cv. Barbera (138,0 g). Tal resultado diverge do obtido por Poni et al. (2009) cujo peso do cacho, durante a safra 2006, foi 391 g para a cv. Barbera implantada na região de Piacenza (Itália). Entretanto, em estudo realizado nesta mesma região por Bernizzoni et al. (2011) foi verificada uma variação muito grande no peso do cacho desta cultivar entre uma safra e outra (101 g em 2009 e 236 g em 2010). O mesmo ocorre com a cv. Prosecco implantadas em diferentes cidades de Santa Catarina (Brasil) onde, durante a safra de 2011, constatou-se que o peso do cacho variou de 103,18 g em São Joaquim, 174,22 g em Água Doce, 217,06 g em Campos Novos até 263,72 g em Marari (BELANI, 2011), enquanto que o valor obtido para esta cultivar em Erechim foi 145,5 g (Tabela 8). Esta variação, apesar de não ser mencionada nos estudos, pode ser causada por fatores bióticos (incidência das doenças fúngicas como míldio e antracnose) e abióticos (como o desavinho fisiológico) que podem reduzir o número de bagas/cacho (RIZZON e MIELE, 2002).

Os valores observados no peso médio (328,0 g) dos cachos da cv. Vermentino (Tabela 8), safra 2010 de Erechim, divergem dos verificados por Garau et al. (2007) em videiras implantadas na Sardenha (Itália), cujos pesos dos cachos foram 252,2 e 254,8 g nas safras 2005 e 2006, respectivamente. O mesmo ocorre com a cv. Sangiovese, cujo peso médio do cacho em Erechim foi 274,0 g, enquanto que Costantini et al. (2010) e Intrieri et al. (2008) observaram valores maiores (352 e 508 g, respectivamente) em cachos de diferentes safras (2005 a 2007 e 2004 a 2006, respectivamente) nas regiões de Chianti e Bolonha (Itália), respectivamente. Outro fato, que deve-se ressaltar é o alto desvio padrão verificado nas variedades Montepulciano, Sangiovese, Barbera e Verdiso, que demonstra uma grande variabilidade na massa dos cachos destas cultivares.

O peso médio da ráquis, em relação ao peso médio dos cachos das variedades tintas (Tabela 7), não apresentou variação significativa ($p < 0,05$). Nestas variedades, verificou-se que o peso médio da ráquis variou de 5,8 g (cv.

Barbera) a 11,3 g (cv. Corvina). Enquanto, que nas variedades brancas e rosé (Tabela 8) os valores desta característica foram ligeiramente superiores, variando de 7,2 g (cv. Greco di Tufo) a 16,5 g (cv. Verdiso). Dentre as variedades brancas e rosé houve uma variação significativa na participação do peso da ráquis sobre o peso do cacho (3,1 % na cv. Schiava a 6,4 % na cv. Prosecco).

A variação foi significativa ($p < 0,05$) para o peso médio das bagas de todas as variedades tintas (Tabela 7), sendo o menor valor verificado na cv. Corvina (1,9 g) e o maior na cv. Sangiovese (3,0 g). Resultados semelhantes foram observados por Versari et al. (2001) em bagas de uvas maduras da cv. Corvina (2,1 g) e por Bernizzoni et al. (2011) para a cv. Barbera (2,4 g na safra 2009 e 2,7 g na safra 2010) implantada na região de Piacenza (Itália). Diversos estudos realizados com a cv. Sangiovese demonstram que esta variedade apresenta bagas com menor peso do que os observados em Erechim. O peso médio das bagas da cv. Sangiovese provenientes da região de Chianti (Itália) variaram de 1,75 g (COSTANTINI et al., 2010) a 1,99 g (PARENTI et al., 2004). No entanto, nas variedades brancas e rosé (Tabela 8), o menor peso médio da baga foi verificado na cv. Greco di Tufo (1,2 g), diferindo significativamente da cv. Vermentino, Verdiso e Schiava (3,4 a 3,6 g). A cv. Prosecco apresentou bagas com peso médio de 1,6 g, semelhante ao verificado por Belani (2011) na safra 2011 em uvas provenientes da cidade de São Joaquim (Santa Catarina, Brasil).

Os resultados obtidos para as características físicas das bagas e dos cachos foram submetidos aos parâmetros de descrição de variedades e espécies de *Vitis* (OIV, 2001) e os resultados são apresentados na Tabela 9.

É importante ressaltar que a descrição das variedades visa apenas a especificação (definição) de cada cultivar, não objetivando a qualificação das mesmas. De modo geral pode-se afirmar que as bagas das variedades estudadas possuem comprimento curto a mediano, largura estreita a mediana e peso muito baixo a baixo. Todas as variedades apresentaram bagas de formato esférico, exceto a cv. Corvina que apresentou formato elíptico curto.

Tabela 9. Características físicas das bagas e cachos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010, segundo descrição OIV (2001).

Cultivar	baga				peso do cacho
	comprimento	largura	peso	formato	
Corvina	mediano	estreita	muito baixo	elíptico curto	baixo
Montepulciano	curto	estreita	baixo	esférico	muito baixo
Sangiovese	mediano	estreita	baixo	esférico	baixo
Barbera	curto	estreita	baixo	esférico	muito baixo
Schiava	mediano	mediana	baixo	esférico	baixo
Prosecco	curto	estreita	muito baixo	esférico	muito baixo
Greco di Tufo	curto	estreita	muito baixo	esférico	muito baixo
Vermentino	mediano	estreita	baixo	esférico	baixo
Verdiso	mediano	mediana	baixo	esférico	baixo

O comprimento da baga da cv. Schiava é descrito pela OIV (2001) como mediano, descrição idêntica a observada em Erechim na safra 2010. Entretanto a descrição para o formato da baga da cv. Barbera (elíptica curta) é divergente.

Seguindo os mesmos parâmetros, Nieddu et al. (2006) analisaram, durante as safras 2004 e 2005, uvas da cv. Vermentino implantadas na Sardenha (Itália) e descreveram as bagas como sendo esféricas, de comprimento curto a mediano e de largura mediana. Desta descrição, apenas a largura é divergente do observado em Erechim.

4.2 Características dos mostos

A Tabela 10 apresenta o período de colheita e os respectivos índices de maturação das cultivares no momento da vindima.

Ressalta-se que o período de maturação das uvas apresentou condições climáticas desfavoráveis, havendo excesso de precipitações, como especificado anteriormente. Este fato, associado com o ataque de insetos (principalmente abelhas), impediu que as uvas fossem colhidas em estágio ótimo de maturação. Para evitar a perda de variedades, optou-se em colher as

uvas precocemente, sem que estas tivessem alcançado o grau de maturação ideal.

Tabela 10. Índices de maturação das uvas produzidas em Erechim/RS durante a safra 2010 e a respectiva data da colheita.

Cultivar	°Brix / Acidez Total	°Brix pH ²	Data da colheita
Schiava	18,40	119,2	11/fev
Barbera	13,39	240,6	17/fev
Montepulciano	17,44	178,8	18/fev
Sangiovese	22,69	214,5	18/fev
Vermentino	18,53	151,9	18/fev
Prosecco	19,63	178,6	20/fev
Greco di Tufo	14,15	173,9	20/fev
Verdiso	27,41	197,2	22/fev
Corvina	19,24	213,2	03/mar

A razão entre o °Brix e a acidez total estabelece o índice de maturação cujo valor resultante deve ser entre 30 e 32 (GALLANDER, 1983). Este índice não foi alcançado em nenhuma das variedades. Entretanto o índice proposto por Coombe et al. (1980), no qual o produto entre o °Brix e o quadrado do pH deve resultar num valor entre 202 e 266, foi obtido nas cultivares tintas Barbera, Sangiovese e Corvina. A cv. Verdiso foi a que apresentou melhores índices de maturação dentre as variedades brancas enquanto que a cv. rosé Schiava obteve os piores resultados dentre todas as variedades estudadas. O desempenho destas variedades está relacionado com o período em que a colheita foi realizada e pode indicar uma melhor adaptação das variedades colhidas mais tardiamente. Tal suposição pode explicar o porquê de três cultivares tintas terem sido colhidas antes das variedades brancas (geralmente estas variedades são mais precoces que as tintas) e pode indicar uma maior resistência a fatores climáticos e biológicos das variedades brancas em relação às tintas Barbera, Montepulciano e Sangiovese, neste local. Entretanto, esta

suspeita deve ser melhor investigada através de estudos fenológicos, por sucessivas safras.

Estes índices não são conclusivos para determinar se uma uva está apta ou não para ser vinificada, pois faz-se necessário avaliar as características próprias de cada variedade. Um exemplo disto é o caso da cv. Barbera que em várias pesquisas raramente apresenta valor para a relação °Brix/Acidez Total superior a 22 (PONI et al., 2009; FERRANDINO e GUIDONI, 2010; BERNIZZONI et al., 2011; ROLLE et al., 2011), o que caracterizaria que a uva não está madura, e eventualmente apresenta valores para °Brix.pH² superior a 202 (BERNIZZONI et al., 2011; ROLLE et al., 2011) caracterizando a uva como madura. Este fato também foi verificado por Belani (2011) com a cv. Prosecco implantada em quatro cidades de Santa Catarina (Brasil) onde apenas na cidade de Água Doce as uvas poderiam ser consideradas maduras pela relação °Brix.pH². Todavia, vários estudos demonstram que os limites mínimos destas relações são facilmente superados pelas variedades Sangiovese, Montepulciano e Vermentino (ZANONI et al., 2010; GAMBACORTA et al., 2011; TOFALO et al., 2010; GARAU et al., 2007).

Os resultados das análises químicas dos mostos, na ocasião da colheita, são apresentados nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11. Resultado das análises químicas dos mostos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010, submetidos à microvinificação em tinto, na ocasião da colheita.

	Corvina	Montepulciano	Sangiovese	Barbera
°Brix	21,49	17,41	19,29	19,25
Acidez Total (meq L ⁻¹)	150,8 ± 1,6 b	134,8 ± 2,0 c	114,8 ± 1,6 d	194,1 ± 0,8 a
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	1,12 ± 0,01 b	1,12 ± 0,01 b	3,09 ± 0,40 a	1,12 ± 0,01 b
pH	3,15 ± 0,01 c	3,20 ± 0,01 d	3,33 ± 0,01 b	3,53 ± 0,01 a
Açúcares redutores (g L ⁻¹)	271,4 ± 3,4 a	191,2 ± 1,6 d	205,5 ± 1,9 b	200,2 ± 4,7 c
Ácido tartárico (g L ⁻¹)	6,29 ± 0,03 a	5,49 ± 0,12 b	3,66 ± 0,06 d	5,18 ± 0,07 c
Ácido málico (g L ⁻¹)	1,19 ± 0,02 c	3,31 ± 0,02 a	0,38 ± 0,05 d	2,06 ± 0,09 b

Médias ± desvio padrão seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% (Teste de Tukey).

Tabela 12. Características analíticas dos mostos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010, submetidos à microvinificação em branco, na ocasião da colheita.

	Schiava	Prosecco	Greco di Tufo	Vermentino	Verdiso
°Brix	17,56	15,54	18,75	15,6	18,16
Acidez Total (meq L ⁻¹)	128,9 ± 0,8 b	106,9 ± 1,6 d	179,0 ± 0,1 a	113,7 ± 1,6 c	89,5 ± 0,8 e
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	1,69 ± 0,01 a	1,41 ± 0,40 b	1,12 ± 0,01 b	1,69 ± 0,01 a	1,12 ± 0,01 b
pH	2,60 ± 0,01 e	3,39 ± 0,01 a	3,04 ± 0,01 d	3,12 ± 0,01 c	3,30 ± 0,01 b
Açúcares redutores (g L ⁻¹)	197,1 ± 4,6 a	136,9 ± 1,6 e	192,2 ± 2,9 b	152,1 ± 1,1 d	174,5 ± 2,0 c
Ácido tartárico (g L ⁻¹)	3,23 ± 0,02 d	5,10 ± 0,05 a	4,85 ± 0,05 b	4,49 ± 0,02 c	4,55 ± 0,04 c
Ácido málico (g L ⁻¹)	0,18 ± 0,04 d	0,12 ± 0,05 d	2,10 ± 0,07 a	0,95 ± 0,07 b	0,73 ± 0,03 c

Médias ± desvio padrão seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% (Teste de Tukey).

De modo geral, as variedades apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si em todos os parâmetros analisados, exceto para a acidez volátil. Os valores de SST demonstram que as uvas implantadas em Erechim, safra 2010, apresentam potencial de produção de açúcares, possibilitando a elaboração de vinhos sem chaptalização. Possivelmente, estes valores seriam superiores se não fosse pela influência negativa do clima que, devido a precipitações pluviométricas elevadas durante a fase final de maturação, tornaram as variedades suscetíveis ao ataque de fungos e contribuiu com a diluição do teor de açúcares da baga (BEER, 2002). Resultados semelhantes para SST foram verificados no mosto da cv. Corvina produzido na região de Valpolicella - Itália (BARBANTI et al., 2008), da cv. Prosecco implantadas em Santa Catarina - Brasil (BELANI, 2011), da cv. Barbera provenientes de diferentes regiões italianas (BERNIZZONI et al., 2011; FERRANDINO e GUIDONI, 2010; PONI et al., 2009) e da cv. Sangiovese produzida na região de Bolonha - Itália (INTRIERI et al., 2008). Entretanto, resultados superiores de SST foram verificados nas regiões italianas de Chianti e Apulia, para a cv. Sangiovese (COSTANTINI et al., 2010; GAMBACORTA et al., 2011) e Apulia e Teramo, para a cv. Montepulciano (GAMBACORTA et al., 2011; TOFALO et al., 2010) e resultados mais baixos foram verificados na Sardenha, para a cv. Vermentino (GARAU et al., 2007; NIEDDU et al., 2006).

A acidez total apresentou diferenças estatisticamente significativas entre as variedades estudadas. A menor acidez foi verificada no mosto da cv. Verdiso ($89,5 \text{ meq.L}^{-1}$) enquanto que a cv. Barbera obteve a maior concentração ($194,1 \text{ meq.L}^{-1}$). Já para a acidez volátil não verificou-se grande variação entre as variedades, exceto a cv. Sangiovese que apresentou o maior valor ($3,09 \text{ meq.L}^{-1}$), equivalente a duas vezes a acidez volátil observada para as variedades Vermentino, Schiava e Prosecco e praticamente o triplo das demais variedades.

O menor valor de pH (Tabela 12) foi observado no mosto da cv. Schiava (pH= 2,60). Este fato pode estar relacionado ao estágio de maturação da uva no momento da colheita, visto que uvas maduras contém menor quantidade de ácidos orgânicos, especialmente o tartárico, que possui relação direta com o pH. No entanto, o maior valor de pH (Tabela 11) foi observado no mosto da cv.

Barbera (pH= 3,53) e está acima dos valores verificados em diversas regiões italianas, cujo pH para esta variedade oscila entre 2,91 e 3,08 (FERRANDINO e GUIDONI, 2010; PONI et al., 2009; ROLLE et al., 2011; BERNIZZONI et al., 2011). As variedades Montepulciano e Vermentino (Tabela 11) apresentaram valores de pH inferiores aos verificados na Itália por Tofalo et al. (2010), Gambacorta et al. (2011) e Garau et al. (2007).

A concentração de ácido tartárico variou entre 3,23 e 6,29 g.L⁻¹ enquanto que a concentração de ácido málico variou entre 0,12 e 3,31 g.L⁻¹. Estes valores são condizentes com o grau de maturação das uvas, uma vez que o teor dos ácidos diminui conforme a uva vai amadurecendo. Entretanto, os resultados obtidos são inferiores aos mencionados por Rizzon e Miele (2001), que indicam que a uva madura possui teor de ácido tartárico entre 6,0 a 7,0 g.L⁻¹. Isto poderia levar a conclusão errônea de que as uvas estariam sobremaduras. Porém, valores semelhantes aos obtidos em Erechim (Tabela 11) para a cv. Barbera (5,18 g.L⁻¹) foram verificados na região do Piemonte (Itália), onde o teor deste ácido variou entre 3,17 e 5,74 g.L⁻¹ (LEGIN et al., 2003). Apesar dos baixos valores verificados em Erechim para a cv. Sangiovese (3,66 g.L⁻¹), valores inferiores foram verificados por Vernocchi et al. (2011) para o teor de ácido tartárico (3,05 g.L⁻¹). O mesmo ocorre com o ácido málico: Giaccio e Del Signore (2004) constataram que o teor deste ácido em uvas implantadas na região de Abruzzo (Itália) é, em média, 0,76 g.L⁻¹ enquanto o verificado em Erechim foi 3,31 g.L⁻¹.

4.3 Características dos vinhos

Os resultados das determinações físico-químicas dos vinhos são apresentados nas Tabelas 13 e 14.

O teor alcoólico variou entre 8,8 % (cv. Prosecco) e 12,2 % (cv. Corvina). Estes resultados demonstram que as concentrações alcoólicas atendem a legislação vigente (BRASIL, 1988), entretanto o ideal seria obter vinhos com, no mínimo 11,5% de álcool, concentração que garante maior estabilidade microbiológica. A variação no teor alcoólico observada nas variedades entre si

é praticamente a mesma verificada no teor de SST. O teor alcoólico observado neste estudo para a cv. Barbera (10,0 %) ficou dentro da variação verificada por Legin et al. (2003) em vinhos produzidos na região de Piemonte (Itália), mas abaixo do teor alcoólico verificado na região italiana de Abruzzo, onde estudos realizados com a cv. Montepulciano obtiveram valores entre 12,7 e 14,3 % (GIACCIO e DEL SIGNORE, 2004; BOSSO et al., 2008) e com a cv. Sangiovese foram obtidos valores entre 12,2 e 12,8 % (GAMBACORTA et al., 2011; CASTELLARI et al., 2000).

Os teores alcoólicos observados nos vinhos foram proporcionais aos teores de açúcares verificados nos mostos, ou seja, houve uma correlação entre os teores de açúcares presentes nos mostos com a respectiva conversão em álcool. A exceção ocorreu entre as variedades brancas onde, apesar do mosto da cv. Schiava ter apresentado o maior teor de açúcares redutores (197,1 g. L⁻¹), a cv. Greco di Tufo apresentou o maior teor alcoólico (10,7 %). Isto não representa uma anomalia visto que os teores de açúcares redutores do mosto destas duas variedades são estatisticamente semelhantes e os teores alcoólicos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas.

Tabela 13. Características analíticas dos vinhos tintos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010.

	Corvina	Montepulciano	Sangiovese	Barbera
Álcool (% v/v)	12,2 ± 0,3 a	9,6 ± 0,4 c	11,3 ± 0,3 b	10,0 ± 0,5 c
Acidez Total (meq L ⁻¹)	71,4 ± 0,4 a	72,8 ± 7,3 a	63,1 ± 0,1 b	62,7 ± 0,6 b
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	3,1 ± 0,4 a	3,4 ± 0,1 a	2,6 ± 0,4 b	2,6 ± 0,1 b
Ácido tartárico (g L ⁻¹)	1,30 ± 0,04 c	1,90 ± 0,01 a	1,56 ± 0,01 b	1,66 ± 0,02 b
Ácido málico (g L ⁻¹)	0,08 ± 0,05 a	0,10 ± 0,01 a	0,06 ± 0,04 a	0,12 ± 0,07 a
Ácido láctico (g L ⁻¹)	4,19 ± 0,04 b	3,94 ± 0,04 b	2,89 ± 0,08 c	5,23 ± 0,36 a
pH	3,93 ± 0,01 a	3,83 ± 0,01 c	3,89 ± 0,01 b	3,62 ± 0,01 d
SO ₂ Total (mg L ⁻¹)	17,2 ± 0,1 c	34,4 ± 1,1 a	22,9 ± 2,2 b	25,2 ± 1,1 b
SO ₂ Livre (mg L ⁻¹)	5,3 ± 0,1 c	17,7 ± 1,9 a	12,0 ± 1,9 b	10,6 ± 0,1 b
Intensidade de cor	8,79 ± 0,01 b	8,76 ± 0,01 c	8,70 ± 0,01 d	8,84 ± 0,01 a
Tonalidade	0,95 ± 0,01 d	1,02 ± 0,01 a	1,00 ± 0,01 c	1,02 ± 0,01 b

Médias ± desvio padrão seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% (Teste de Tukey).

Tabela 14. Características analíticas dos vinhos brancos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010.

	Schiava	Prosecco	Greco di Tufo	Vermentino	Verdiso
Álcool (% v/v)	10,7 ± 0,4 a	8,8 ± 0,3 c	10,9 ± 0,1 a	9,9 ± 0,3 b	10,6 ± 0,4 a
Acidez Total (meq L ⁻¹)	87,8 ± 0,6 bc	87,8 ± 0,6 bc	128,9 ± 0,1 a	89,5 ± 0,6 c	86,1 ± 0,6 b
Acidez Volátil (meq L ⁻¹)	8,9 ± 0,4 a	3,1 ± 0,4 d	7,2 ± 0,4 b	2,6 ± 0,4 e	6,6 ± 0,4 c
pH	3,39 ± 0,01 b	3,35 ± 0,01 c	3,24 ± 0,01 d	3,22 ± 0,01 e	3,50 ± 0,01 a
SO ₂ Total (mg L ⁻¹)	33,9 ± 0,9 d	66,6 ± 3,6 b	56,3 ± 3,6 c	122,9 ± 3,6 a	64,0 ± 0,1 b
SO ₂ Livre (mg L ⁻¹)	5,8 ± 0,9 e	9,6 ± 0,9 d	17,3 ± 0,9 c	19,8 ± 0,9 b	25,6 ± 0,1 a

Médias ± desvio padrão seguidas de letras iguais nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% (Teste de Tukey).

O valor da acidez total dos vinhos tintos (Tabela 13) variou entre 62,7 (cv. Barbera) e 72,8 meq.L⁻¹ (cv. Montepulciano). Enquanto que a variação entre os vinhos brancos (Tabela 14) foi de 86,1 (cv. Verdiso) a 128,9 meq.L⁻¹ (cv. Greco di Tufo). Tais variações estão de acordo com a legislação vigente (MERCOSUL, 1996) que estabelece valores mínimos e máximos para a acidez total, de 40 a 130 meq.L⁻¹. A acidez total encontrada nos vinhos tintos está de acordo com Rizzon et al. (1994) que mencionam que a acidez do vinho deve estar entre 60 e 90 meq.L⁻¹. A acidez ligeiramente mais alta verificada nos vinhos brancos é uma característica desejável segundo Jackson (2008), visto que confere a juventude e o frescor gustativo requeridos neste tipo de vinho.

A acidez total observada neste estudo para a cv. Montepulciano (72,8 meq.L⁻¹) ficou dentro da variação verificada em estudos realizados nas regiões italianas de Abruzzo e Apulia (BOSSO et al., 2008; GIACCIO e DEL SIGNORE, 2004; GAMBACORTA et al., 2011), o mesmo ocorreu com a cv. Prosecco se comparada com pesquisas realizadas na região de Conegliano-Valdobbiadene, Itália (SCARPONI et al., 1982; MORET et al.; 1984). Entretanto, vinhos da cv. Sangiovese produzidos na região de Apulia, Itália (GAMBACORTA et al., 2011) são menos ácidos (média de 57,7 meq.L⁻¹) e vinhos da cv. Barbera produzidos no Piemonte, Itália (LEGIN et al., 2003) são mais ácidos (média de 133,2 meq.L⁻¹) do que verificado na região de Erechim (Tabela 13).

A acidez volátil (Tabelas 13 e 14) observada nos vinhos ficou abaixo do limite máximo especificado pela legislação vigente (20 meq.L⁻¹), com variações de 2,6 (cvs. Sangiovese e Vermentino) a 8,9 meq.L⁻¹ (cv. Schiava). Os baixos teores em acidez volátil refletem a boa sanidade do produto, indicando não haver contaminação por bactérias (BARTOWSKY e HENSCHKE, 2008).

Os vinhos tintos (Tabela 13) apresentaram grande redução no teor de ácido tartárico, se comparado com o teor dos respectivos mostos (Tabela 11). Os valores verificados neste estudo variaram de 1,30 (cv. Corvina) a 1,90 g.L⁻¹ (cv. Montepulciano). A redução no teor deste ácido é resultado da salificação do ácido tartárico durante a fermentação alcoólica e acarreta o aumento de pH. De modo geral, os vinhos produzidos em Erechim safra 2010 são menos ácidos do que os vinhos produzidos em regiões italianas. Legin et al. (2003) constataram que

vinhos produzidos no Piemonte, a partir da cv. Barbera, possuem teor de ácido tartárico entre 3,17 e 5,74 g.L⁻¹, Vernocchi et al. (2011) verificaram que vinhos da cv. Sangiovese apresentam, em média, 3,05 g.L⁻¹ de ácido tartárico e Giaccio e Del Signore (2004) observaram que vinhos da cv. Montepulciano produzidos na região de Abruzzo nas safras 1994, 1995 e 1996 apresentaram, em média, 2,91 g.L⁻¹ de ácido tartárico. A exceção a esta constatação descrita na literatura refere-se a vinhos produzidos na região de Abruzzo (Itália) a partir de uvas da cv. Montepulciano que apresentam 1,7 g.L⁻¹ de ácido tartárico (Bosso et al., 2008), valor semelhante ao verificado em Erechim safra 2010 (Tabela 13).

Os baixos teores de ácido málico verificados nos vinhos tintos (Tabela 13), de 0,06 g.L⁻¹ para a cv. Sangiovese até 0,12 g.L⁻¹ para a cv Barbera, são resultado da fermentação malolática. Ao comparar estes valores com os obtidos no mosto (Tabela 11) é possível verificar que a conversão do ácido málico em láctico foi quase total, indicando que a fermentação malolática foi bem conduzida. Os teores de ácido láctico nos vinhos tintos variaram entre 2,89 (cv. Sangiovese) e 5,23 g.L⁻¹ (cv. Barbera). Gambacorta et al. (2011) ao estudar vinhos da cv. Sangiovese produzidos na região de Apulia (Itália) verificaram que o teor médio foi 0,25 g.L⁻¹ de ácido málico e 1,72 g.L⁻¹ de ácido láctico. Giaccio e Del Signore (2004) observaram que vinhos da cv. Montepulciano produzidos na região de Abruzzo apresentaram, em média, 0,76 g.L⁻¹ de ácido málico e 1,92 g.L⁻¹ de ácido láctico.

O pH dos vinhos tintos (Tabela 13) variou entre 3,62 (cv. Barbera) e 3,93 (cv. corvina). Segundo Jackson (2008), a faixa de pH da maioria dos vinhos tintos varia entre 3,3 e 3,6. Conforme mencionado anteriormente, os valores mais elevados de pH são ocasionados pela salificação e conseqüente precipitação do ácido tartárico. Valores semelhantes foram observados por Bosso et al. (2008) com vinhos da cv. Montepulciano (pH 3,74) produzidos na região de Abruzzo (Itália) e por Gambacorta et al. (2011) em vinhos da cv. Sangiovese (pH 3,96) e da cv. Montepulciano (pH 3,68) produzidos na região de Apulia (Itália). O pH observado, neste estudo, na cv. Barbera (3,62) é semelhante ao intervalo superior de variação de vinhos produzidos na região italiana do Piemonte, cujos valores variam entre 3,19 e 3,60 (LEGIN et al., 2003).

O pH das variedades brancas (Tabela 14), exceto da cv. Verdiso, estão dentro da faixa de variação (3,10 a 3,40) da maioria dos vinhos brancos (JACKSON, 2008). O valor de pH do vinho produzido a partir da cv. Prosecco (pH 3,35) foi semelhante aos valores verificados por Scarponi et al. (1982) (pH 3,26) e Moret et al. (1984) (pH 3,32) em vinhos desta variedade produzidos na região de Conegliano-Valdobbiadene (Itália).

Os teores de SO₂ total (Tabelas 13 e 14) foram inferiores a 250 mg.L⁻¹, limite máximo legal (MERCOSUL, 1996), e variaram de 17,2 (cv. Montepulciano) a 122,9 mg.L⁻¹ (cv. Vermentino). Os teores de SO₂ livre, exceto o verificado na cv. Verdiso (25,6 mg.L⁻¹) foram inferiores a 20 mg.L⁻¹, limite mínimo necessário para garantir o controle microbiológico (DI GAETANO, 2008), sendo necessário realizar a correção dos mesmos. Giovaninni e Manfroi (2010) mencionam que autores têm considerado que a proteção contra a oxidação, promovida pelo SO₂, se mostra mais necessária para os vinhos do que para os mostos, sugerindo trabalhar com doses mais baixas na fermentação e adequar o SO₂ livre desejado no vinho pronto. Esta prática, aplicada neste trabalho, visa diminuir as concentrações de SO₂ combinado.

A intensidade de cor dos vinhos tintos variou entre 8,70 (cv. Sangiovese) e 8,84 (cv. Barbera). Apesar da pequena faixa de variação, foram detectadas diferenças estatisticamente significativas entre todas as variedades. Sartini et al. (2007) verificaram que vinhos produzidos na região de Bolonha (Itália) a partir da cv. Sangiovese possuem intensidade de cor 8,38, valor semelhante ao verificado em Erechim. Entretanto o mesmo não ocorreu com a cv. Montepulciano, cuja intensidade de cor verificada (8,76) é muito superior a observada em vinhos jovens produzidos na região italiana de Abruzzo (2,29) por Bosso et al. (2008).

A tonalidade (Tabela 13) também apresentou diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) nos vinhos analisados. O menor valor foi verificado na cv. Corvina (0,95) e o maior na cv. Montepulciano (1,02). Poucos são os relatos existentes na literatura sobre as variedades estudadas e a diversidade de resultados é grande. A tonalidade observada para cv. Sangiovese foi 1,00, entretanto há relatos de estudos em várias regiões da Itália de que a tonalidade desta cultivar pode variar de 0,682 (CASTELLARI et al., 2000) a 1,24

(GAMBACORTA et al., 2011), podendo atingir até 2,73 (PARENTI et al., 2004). Um número menor de dados está disponível para a cv. Montepulciano, entretanto foi observado que a tonalidade de vinhos desta cultivar pode variar entre 0,53 (BOSSO et al., 2008) a 0,91 (GAMBACORTA et al., 2011).

As Tabelas 15 e 16 apresentam o comparativo entre os teores de minerais obtidos no mosto e no vinho onde, de modo geral, pode-se observar que houve uma redução nos teores dos minerais após o processo de vinificação. Esta redução é ocasionada por dois motivos, inicialmente, as reações de salificação de alguns íons e a absorção de outros pelas leveduras promovem sua precipitação e consequente remoção através das trasfegas realizadas durante o processo de vinificação (principalmente durante a fase de estabilização do vinho) e, em segundo lugar, os equipamentos utilizados durante a vinificação, que poderiam fornecer um aporte destes minerais através do contato com o vinho, eram de materiais inertes (vidro ou aço inox).

O elemento mais predominante nos vinhos em todas as variedades (Tabela 15 e 16) foi o potássio (representando aproximadamente 50 % do teor dos minerais), seguido por nitrogênio, cálcio, magnésio e sódio, enquanto que ferro, manganês, cobre e zinco apresentaram os menores teores.

O potássio apresenta teor médio superior (cerca de 40 % maior) nos vinhos tintos em relação aos brancos, fato que pode estar associado ao maior tempo de contato entre a película e o mosto durante a maceração, operação em que ocorre a liberação do potássio concentrado na película. Somente o vinho da cv. Montepulciano ($558,4 \text{ mg.L}^{-1}$) apresentou diferença significativa em relação aos outros vinhos tintos (cuja média foi $652,1 \text{ mg.L}^{-1}$). Estes valores são demasiadamente baixos se comparados com a literatura. Vários estudos realizados com vinhos tintos demonstram que o teor de potássio varia entre 800 e 1700 mg.L^{-1} . Legin et al. (2003) constataram que vinhos produzidos no Piemonte (Itália) a partir da cv. Barbera possuem entre 830 a 1060 mg.L^{-1} . Rizzon et al 2008, ao estudarem os vinhos da Serra Gaúcha, observaram teores médios de $1130,0 \text{ mg.L}^{-1}$ em vinhos tintos finos. Kondrashov et al. (2009) verificaram que vinhos tintos de diferentes variedades, em diversos países, apresentaram o valor médio de $1218,6 \text{ mg.L}^{-1}$. Sartor (2009) estudando vinhos da cv. Goethe

implantadas na cidade de Urussanga / SC constatou que na safra 2008 os vinhos apresentaram variação entre 930 e 1323 mg.L⁻¹. Os maiores teores foram verificados por Antes (2008) em vinhos produzidos na região de Bagé/RS a partir das variedades Cabernet Sauvignon e Tannat, cujos valores médios foram da ordem de 1700 mg.L⁻¹.

Tabela 15. Concentração de minerais e nitrogênio de mostos e vinhos tintos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010 (mg.L⁻¹).

	Corvina		Montepulciano		Sangiovese		Barbera	
	Mosto	Vinho	Mosto	Vinho	Mosto	Vinho	Mosto	Vinho
Mn	9,54 ± 0,36 a	4,69 ± 0,21 A	5,54 ± 0,61 c	2,34 ± 0,08 C	7,00 ± 0,10 b	3,45 ± 0,17 B	3,86 ± 0,26 d	2,47 ± 0,05 C
Ca	109,4 ± 11,0 a	56,1 ± 0,1 A	83,5 ± 4,6 b	46,1 ± 3,3 B	63,2 ± 2,6 c	47,9 ± 1,2 B	67,0 ± 3,0 c	55,0 ± 1,3 A
Fe	12,44 ± 3,49 a	0,62 ± 0,12 B	7,47 ± 1,45 b	1,84 ± 1,01 A	11,42 ± 2,23 ab	0,28 ± 0,26 B	12,84 ± 5,17 a	0,57 ± 0,18 B
Zn	3,14 ± 0,54 b	1,12 ± 0,07 B	2,63 ± 0,06 c	1,13 ± 0,14 B	4,94 ± 0,53 a	1,54 ± 0,35 A	1,68 ± 0,12 d	1,18 ± 0,04 B
Na	146,7 ± 28,9 b	42,6 ± 5,8 A	222,5 ± 31,8 a	40,4 ± 1,8 A	150,0 ± 14,1 b	39,0 ± 12,7 A	182,5 ± 3,5 ab	34,3 ± 4,0 A
Cu	2,45 ± 0,45 a	0,12 ± 0,05 A	2,06 ± 0,36 ab	0,37 ± 0,01 B	1,89 ± 0,20 b	0,30 ± 0,17 B	1,98 ± 0,09 b	0,13 ± 0,01 A
K	1122,3 ± 8,1 b	658,8 ± 36,6 A	1056,3 ± 149,9 b	558,4 ± 50,6 B	1075,3 ± 76,1 b	655,7 ± 19,4 A	1662,5 ± 68,6 a	641,8 ± 36,7 A
Mg	125,0 ± 10,6 a	60,0 ± 1,3 A	133,3 ± 19,4 a	46,0 ± 4,0 B	123,8 ± 10,6 a	48,9 ± 2,6 B	98,7 ± 3,9 b	50,2 ± 1,4 B
N	856,8 ± 38,1 ab	461,6 ± 54,4 A	787,2 ± 48,2 b	335,1 ± 59,5 B	701,7 ± 48,5 c	382,5 ± 24,1 B	881,7 ± 41,1 a	386,7 ± 37,5 AB

Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente a nível de 5% (Teste de Tukey) para mostos/vinhos.

Tabela 16. Concentração de minerais e nitrogênio de mostos e vinhos brancos produzidos em Erechim/RS durante a safra 2010 (mg.L⁻¹).

	Schiava		Prosecco		Grecco di Tufo		Vermentino		Verdiso	
	Mosto	Vinho	Mosto	Vinho	Mosto	Vinho	Mosto	Vinho	Mosto	Vinho
Mn	6,65 ± 0,50 a	1,47 ± 0,02 C	3,48 ± 0,13 c	1,46 ± 0,09 C	5,59 ± 0,51 b	1,84 ± 0,05 A	3,67 ± 0,53 c	0,92 ± 0,05 D	3,16 ± 0,24 c	1,65 ± 0,07 B
Ca	102,0 ± 2,6 a	37,1 ± 2,3 C	86,3 ± 4,2 b	71,3 ± 4,3 A	78,9 ± 6,2 b	74,2 ± 2,5 A	68,7 ± 3,8 c	54,5 ± 1,6 B	54,4 ± 0,4 d	47,8 ± 0,2 B
Fe	12,56 ± 1,05 a	0,67 ± 0,04 B	9,17 ± 0,16 ab	2,45 ± 0,81 A	8,64 ± 0,27 ab	1,70 ± 0,90 A	5,20 ± 0,67 b	2,13 ± 0,72 A	6,84 ± 0,94 b	0,65 ± 0,19 B
Zn	1,45 ± 0,37 c	0,72 ± 0,06 B	2,01 ± 0,01 b	0,74 ± 0,12 B	1,28 ± 0,07 c	0,76 ± 0,03 B	3,89 ± 0,49 a	1,13 ± 0,08 A	1,48 ± 0,32 c	1,13 ± 0,17 A
Na	176,7 ± 40,4 ab	29,1 ± 0,4 AB	175,0 ± 21,2 ab	37,4 ± 6,5 A	210,0 ± 14,1 a	37,4 ± 2,1 A	170,0 ± 14,1 ab	26,4 ± 2,1 B	143,3 ± 32,1 b	31,1 ± 5,7 AB
Cu	2,24 ± 0,20 a	0,13 ± 0,02 B	1,73 ± 0,37 b	0,24 ± 0,03 A	2,17 ± 0,04 a	0,30 ± 0,05 A	1,93 ± 0,14 ab	0,26 ± 0,03 A	1,74 ± 0,31 b	0,25 ± 0,03 A
K	1179,5 ± 16,3 a	470,2 ± 38,8 AB	980,3 ± 34,5 b	380,5 ± 27,8 C	1203,0 ± 67,6 a	423,5 ± 22,5 BC	715,3 ± 27,3 c	435,9 ± 28,5 AC	730,5 ± 31,8 c	493,7 ± 32,5 A
Mg	112,25 ± 1,8 a	33,4 ± 1,0 B	122,8 ± 7,3 a	33,4 ± 2,5 B	113,2 ± 15,3 a	42,0 ± 0,9 A	80,2 ± 12,2 b	29,2 ± 2,7 B	69,7 ± 13,1 b	32,6 ± 3,1 B
N	536,7 ± 17,7 b	204,0 ± 19,6 B	681,8 ± 46,0 a	297,4 ± 52,6 A	481,1 ± 52,4 b	228,3 ± 24,6 AB	560,3 ± 42,6 b	258,8 ± 38,3 AB	668,5 ± 67,8 a	263,2 ± 42,3 AB

Médias ± desvio padrão seguidas de letras minúsculas/maiúsculas iguais nas linhas não diferem estatisticamente ao nível de 5% (Teste de Tukey) para mostos/vinhos.

Os vinhos brancos (Tabela 16) deste estudo apresentaram uma maior variação no teor de potássio, o menor valor foi verificado com a cv. Prosecco ($380,5 \text{ mg.L}^{-1}$) e o maior com a cv. Verdiso ($493,7 \text{ mg.L}^{-1}$). Assim como verificado nos vinhos tintos, estes valores estão abaixo dos verificados por outros estudos. Paneque et al. (2010) observaram que vinhos brancos jovens das regiões espanholas de Villaviciosa e Montilla–Moriles apresentaram 656 mg.L^{-1} de teor médio de potássio. Rizzon et al. (2008) verificaram que diferentes vinhos finos brancos da Serra Gaúcha apresentaram teor de potássio na ordem de $758,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e Stefenon (2006) observou que vinhos brancos brasileiros, destinados à produção de vinhos espumantes, apresentaram em média 891 mg.L^{-1} de potássio.

O cálcio constitui um cátion bastante importante, pois dele se originam vários sais pouco solúveis, dentre os quais se destaca o bitartarato de cálcio. Altos teores desse mineral estão principalmente associados à pulverizações para controle de doenças fúngicas (ANTES, 2008). Neste estudo, os valores encontrados nos vinhos tintos (Tabela 15) apresentaram pouca variação, entre $46,1$ e $56,1 \text{ mg.L}^{-1}$. Dentre os vinhos brancos, observou-se uma variação maior, entre $37,1$ e $74,2 \text{ mg.L}^{-1}$. Estes valores são relativamente mais baixos que os verificados em outras regiões/países. O teor de cálcio verificado na cv. Barbera ($55,0 \text{ mg.L}^{-1}$) encontra-se próximo do limite inferior da variação (62 e 80 mg.L^{-1}) verificada em vinhos desta mesma cultivar provenientes da região italiana do Piemonte (LEGIN et al., 2003). Giaccio e Del Signore (2004) observaram que vinhos da cv. Montepulciano produzidos na região de Abruzzo (Itália), nas safras 1994, 1995 e 1996, apresentaram em média $68,7 \text{ mg.L}^{-1}$ de cálcio, valor aproximadamente 50 % maior que o verificado em Erechim. De modo geral o mesmo ocorre com outras variedades: vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Tannat produzidos na região de Bagé/RS apresentam em torno de 81 mg.L^{-1} de cálcio (ANTES, 2008); o valor médio do teor de cálcio de vinhos das cultivares Cabernet Sauvignon e Merlot oriundas em diferentes países foi $71,7$ (KONDRASHOV et al., 2009); enquanto que Rizzon et al. (2008) verificou que vinhos tintos e brancos da Serra Gaúcha apresentam, em média, $79,2$ e $85,5 \text{ mg.L}^{-1}$, respectivamente.

Os teores de magnésio verificados nos vinhos tintos (Tabela 15) variaram entre 46,0 e 60,0 mg.L⁻¹ e nos vinhos brancos a variação foi de 29,2 e 42,0 mg.L⁻¹. Esses resultados estão abaixo dos verificados por Rizzon et al. (2008) em vinhos tintos (77,0 mg.L⁻¹) e brancos (63,2 mg.L⁻¹) produzidos na Serra Gaúcha; Giaccio e Del Signore (2004) em vinhos da cv. Montepulciano (101,8 mg.L⁻¹) produzidos na região de Abruzzo (Itália); Paneque et al. (2010) em vinhos brancos jovens (69,7 mg.L⁻¹) provenientes das regiões espanholas de Villaviciosa e Montilla–Moriles; Antes (2008) em vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Tannat (100,8 mg.L⁻¹) oriundos da região de Bagé/RS; Stefenon (2006) em vinhos brancos base para espumantes brasileiros (128,4 mg.L⁻¹); Kondrashov et al. (2009) em vinhos de diferentes cultivares (109,9 mg.L⁻¹) produzidos em diferentes regiões vitivinícolas de diversos países.

Os valores do teor de sódio nos vinhos tintos (Tabela 15) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre as variedades estudadas na safra de 2010. Entre os vinhos brancos (Tabela 16), o valor médio do teor de sódio foi 32,3 mg.L⁻¹, cujo menor valor registrado foi o da cv. Vermentino (26,4 mg.L⁻¹) e o maior foi o das variedades Grecco di Tufo e Prosecco (37,4 mg.L⁻¹). Resultados semelhantes aos verificados em Erechim foram observados em vinhos brancos (37,8 mg.L⁻¹) por Paneque et al. (2010), em vinhos da cv. Goethe (variação entre 24,3 e 32 mg.L⁻¹) implantadas na cidade de Urussanga/SC (SARTOR, 2009) e em vinhos brancos (32,1 mg.L⁻¹) produzidos na Serra Gaúcha (RIZZON et al., 2008). Rizzon e Salvador (1987) afirmaram que, para o sódio, os valores indicados na literatura estão compreendidos entre 20 e 200 mg.L⁻¹. Entretanto o teor de sódio, por ser naturalmente encontrado nos vinhos, depende do local de procedência da uva, assim vinhedos localizados em regiões próximas ao mar ou em regiões mais quentes apresentam vinhos com teor de sódio mais elevado em relação àqueles de regiões mais afastadas ou úmidas (VICENZI, 2008). Isto justifica os baixos valores verificados em Erechim.

O teor médio de ferro (Tabelas 15 e 16) verificado nos vinhos tintos (0,55 mg.L⁻¹) e no vinhos brancos (1,52 mg.L⁻¹) é considerado ideal pois em concentrações mais elevadas (superiores a 7 mg.L⁻¹) podem provocar alterações na coloração (casse férrica). O valor mais baixo foi registrado no

vinho da cv. Sangiovese ($0,28 \text{ mg.L}^{-1}$) e o mais alto foi observado na cv. Prosecco ($2,45 \text{ mg.L}^{-1}$). Estes valores são considerados baixos se comparados com outros estudos. Kondrashov et al. (2009) verificaram que vinhos tintos de diferentes países apresentaram o valor médio $1,81 \text{ mg.L}^{-1}$ e Rizzon et al. (2008) verificaram que vinhos tintos produzidos na Serra Gaúcha apresentam, em média, $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto que os vinhos brancos apresentam valor médio de $4,1 \text{ mg.L}^{-1}$, o mesmo valor verificado por Paneque et al. (2010) nos vinhos brancos jovens das regiões espanholas de Villaviciosa e Montilla–Moriles.

O teor de manganês pode ser utilizado para distinguir os vinhos de acordo com a área de produção, uma vez que são influenciadas pelas propriedades minerais do solo e pela capacidade de captação das mesmas pela videira (SANTOS, 2008). O teor médio de manganês foi maior nos vinhos tintos ($3,24 \text{ mg.L}^{-1}$) do que nos vinhos brancos ($1,47 \text{ mg.L}^{-1}$). De um modo geral, a vinificação em tinto é responsável por um aumento nos teores deste elemento, uma vez que as sementes são ricas em manganês, fato este que justifica os teores mais elevados nos vinhos tintos que nos brancos. Os valores médios de Mn em vinhos são variáveis de $0,5$ a 10 mg.L^{-1} (RIZZON e SALVADOR, 1987). Resultados semelhantes aos deste estudo foram registrados por Rizzon et al. (2008) na Serra Gaúcha, onde vinhos tintos apresentam em média $2,2 \text{ mg.L}^{-1}$ enquanto que os vinhos brancos apresentam $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Os teores de zinco variaram entre $1,12$ (cv. Corvina) e $1,54 \text{ mg.L}^{-1}$ (cv. Sangiovese, dentre os vinhos tintos. Valores semelhantes foram obtidos por Spinelli et al. (2010) em diferentes regiões gaúchas para vinhos das variedades Cabernet Sauvignon e Merlot (cujos valores médios foram $1,37 \text{ mg.L}^{-1}$ na Serra Gaúcha, $1,47 \text{ mg.L}^{-1}$ na Campanha e $1,73 \text{ mg.L}^{-1}$ na Serra do Sudeste) e por Kondrashov et al. (2009) em vinhos da cv. Cabernet Sauvignon ($1,4 \text{ mg.L}^{-1}$) produzidos no sudeste da Austrália. Dentre os vinhos brancos, o menor valor observado foi o da cv. Schiava $0,72 \text{ mg.L}^{-1}$, enquanto que o maior foi verificado na cv. Vermentino ($1,13 \text{ mg.L}^{-1}$). Valores semelhantes foram obtidos por Rizzon et al. (2008) em vinhos brancos produzidos na Serra Gaúcha ($0,90 \text{ mg.L}^{-1}$) porém, abaixo dos verificados por Paneque et al. (2010) em vinhos brancos

jovens das regiões espanholas de Villaviciosa e Montilla–Moriles (0,37 e 0,42 mg.L⁻¹, respectivamente).

A redução do teor de cobre do mosto em relação ao vinho foi de aproximadamente 89 %, tanto para vinhos tintos quanto para os vinhos brancos. O teor médio de cobre verificado nos vinhos tintos foi 2,10 mg.L⁻¹, enquanto que nos vinhos brancos este valor foi 1,96 mg.L⁻¹ e estão dentro da faixa de variação (0,1 a 5,0 mg.L⁻¹) relatada por Rizzon e Salvador (1987). No mosto da uva são encontradas doses importantes de cobre provenientes, principalmente, de tratamentos cúpricos dispensados à videira. Entretanto, durante a fermentação alcoólica, as leveduras fixam e precipitam a maior parte do cobre existente no mosto (ANTES, 2008).

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que:

1. Dentre as vinte e cinco cultivares implantadas na Unidade Experimental (URI – Campus de Erechim), apenas as variedades Corvina, Montepulciano, Sangiovese, Barbera, Schiava, Prosecco, Greco di Tufo, Vermentino e Verdiso apresentaram condições de serem microvinificadas na safra 2010;

2. As uvas das variedades microvinificadas apresentaram bagas de peso baixo a muito baixo, o que é ideal para a produção de vinhos de qualidade;

3. As uvas não atingiram o estágio ótimo de maturação devido às condições climáticas desfavoráveis e ao ataque de insetos. Entretanto, os resultados obtidos para SST demonstram que as variedades apresentam bom potencial de produção de açúcar, possibilitando a elaboração de vinhos sem chaptalização;

4. Os vinhos obtidos podem ser classificados como “vinhos finos”, devido aos teores alcoólico, acidez total e acidez volátil estarem dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente.

5. De modo geral e preliminar, pode-se concluir que há indícios de que a região de Erechim/RS possui condições para a produção de vinhos de qualidade.

Como perspectiva de continuidade deste trabalho, sugere-se:

1. Estudo com maior número de safras, uma vez que as condições climáticas demonstraram ser um fator preponderante para a qualidade dos vinhos;

2. Determinar a fenologia de cada cultivar a fim de fornecer informações que auxiliem os produtores na escolha das variedades.

3. Estudar o histórico dos dados climáticos a fim de verificar se realmente o clima de Erechim é favorável para a produção de uvas, visto que a cidade não consta no Zoneamento Vitícola do RS (Portaria DGER/SPA/MAPA 59/2006).

4. Avaliar a maturação fenólica das uvas através da determinação de polifenóis.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AGOURIDIS, N.; KOPSAHELIS, N.; PLESSAS, S.; KOUTINAS, A. A.; KANELAKI, M. *Oenococcus oeni* cells immobilized on delignified cellulosic material for malolactic fermentation of wine. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 9017-9020, 2008.

ALEXANDRE, H.; COSTELLO, P. J.; REMIZE, F.; GUZZO, J.; GUILLOUX-BENATIER, M. *Saccharomyces cerevisiae*–*Oenococcus oeni* interactions in wine: current knowledge and perspectives. **International Journal of Food Microbiology**, v. 93, p. 141–154, 2004.

AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza: Acribia, 1976.

ANGONESE, C. A. **Dados sobre a produção de uva de Erechim** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <angonese@emater.tche.br> em 11 out. 2011.

ANTES, S. **Sobrematuração da Uva na Composição e Qualidade de Vinhos cv. Tannat e Cabernet Sauvignon da Região de Bagé – RS**. 2008. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Analytical Chemists**. 16. ed. Washington, 1995.

AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. de A. **Biotecnologia industrial**. São Paulo: Edgard Blücher, v.4, p.544, 2001.

BAKKER, J.; TIMBERLAKE, C. F. Isolation, identification and characterization of new color-stable anthocyanins occurring in some red wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 45, p. 35-43, 1997.

BARBANTI, D.; MORA, B.; FERRARINI, R.; TORNIELLI, G. B.; CIPRIANI, M. Effect of various thermo-hygrometric conditions on the withering kinetics of grapes used for the production of “Amarone” and “Recioto” wines. **Journal of Food Engineering**, n. 85, p. 350-358, 2008.

BARNABÉ, D. **Produção de vinho de uvas dos cultivares Niágara Rosada e Bordô: análises físico-químicas, sensorial e recuperação de etanol a partir do bagaço**. 2006. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu, 2006.

BARTOWSKY, E. J.; HENSCHKE, P. A. Acetic acid bacteria spoilage of bottled red wine - A review. **International Journal of Food Microbiology**, n. 125, p. 60-70, 2008.

BEER, D.; JOUBERT, E.; GELDERBLUM, 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**, v. 23, n. 2, 2002.

BELANI, H. G. **Desempenho agrônômico da variedade Prosecco (*Vitis vinifera* L.) no ciclo 2010/11 em diferentes regiões de altitude de Santa Catarina**. 2011. 56 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; VAN ZELLER, M.; GATTI, M.; PONI, S. Shoot thinning effects on seasonal whole-canopy photosynthesis and vine performance in *Vitis vinifera* L. cv. Barbera. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, n. 17, p. 351-357, 2011.

BISSON, L. In search of optimal grape maturity. **Practical Winery & Vineyard Journal**, 2001.

BOSSO, A.; PETROZZIELLO, M.; SANTINI, D.; MOTTA, S.; GUAITA, M.; MARULLI, C. Effect of grain type and toasting conditions of barrels on the

concentration of the volatile substances released by the wood and on the sensory characteristics of Montepulciano d'Abruzzo. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 7, p. S373-S382, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Lei nº 7.678**, de 08 de novembro de 1988. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis>>. Acesso: 08 jul. 2011.

BRASIL. **Instrução Normativa SDA/MAPA n. 24, de 08 de setembro de 2005**. Manual operacional de bebidas e vinagre. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=detalharAtosArvore&tipo=INM&numeroAto=00000024&seqAto=000&valorAno=2005&orgao=SDA/MAPA&codTipo=&desItem=&desItemFim=#>>. Acesso em: 06 abr. 2011.

CABRITA, M. J.; SILVA, J. R. da; LAUREANO, O. Os compostos polifenólicos das uvas e dos vinhos. I Seminario Internacional de Vitivinicultura, Lisboa. **Anais**, p. 61-102, 2003.

CASTELLARI, M.; MATRICARDI, L.; ARFELLI, G.; GALASSI, S.; AMATI, A. Level of single bioactive phenolics in red wine as a function of the oxygen supplied during storage. **Food Chemistry**, n. 69, p. 61-67, 2000.

CASTILLO-SÁNCHEZ, J. X.; GARCÍA-FALCÓN, M. S.; GARRIDO, J.; MARTÍNEZ-CARBALLO, E.; MARTINS-DIAS, L. R.; MEJUTO, X. C. Phenolic compounds and colour stability of Vinhão wines: Influence of wine-making protocol and fining agents. **Food Chemistry**, v. 106, p. 18-26, 2008.

CATANIA, C.; AVAGNINA, S. Inoculo di preparati commerciali di batteri lattici ed effetti sulle caratteristiche del vini. **Vignevini**, n. 7/8, p. 58-59, 1998.

CATANIA, C.; AVAGNINA, S. Implicancias organolépticas de la fermentación maloláctica. In. **Curso superior de degustación de vinos**. Mendoza: EEAMendoza-INTA, 2007.

CATANIA, C.; AVAGNINA, S. **La interpretación sensorial del vino**. 1. ed. Mendoza: INTA/Andina Sur, 2010.

CLIFF, M. A.; KING, M. C.; SCHLOSSER, J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. **Food Research International**, v. 40, p. 92-100, 2007.

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**, v. 1, n. 1, p. 1-22, 2007.

COOMBE, B. G.; DUNDON, R. J.; SHORT, A. W. S. Indices of sugar-acidity as ripeness criteria for winegrapes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, p. 495-502, 1980.

COSTANTINI, E. A. C.; PELLEGRINI, S.; BUCELLI, P.; BARBETTI, R.; CAMPAGNOLO, S.; STORCHI, P.; MAGINI, S.; PERRIA, R. Mapping suitability for Sangiovese wine by means of $\delta^{13}C$ and geophysical sensors in soils with moderate salinity. **European Journal of Agronomy**, n. 33, p. 208-217, 2010.

COSTA, A. L. C. **Manejo da irrigação com restrição hídrica sobre a fisiologia, produção e qualidade da uva e do vinho da cultivar Chenin Blanc no Vale do São Francisco**. 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

DAUDT, C. E.; GARCIA, N. G. Minerais em videiras, mostos e vinhos brasileiros. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 72-81, 1987.

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

DHARMADHIKARI, M. Methods of cold stabilization. **Vineyard and Vintage View**, v. 18(2), p. 1-4, 2002.

DI GAETANO, R. **Tecnica e Tecnologia di Vinificazioni e Microvinificazioni**. Istituto Statale Di Istruzione Secondaria Superiore "G.B. Cerletti", I.T.A., Itália, 2008.

DOLL, R., PETO, R., BOREHAM, J., SUTHERLAND, I. Mortality in relation to alcohol consumption: a prospective study among male British doctors. **International Journal of Epidemiology**, v. 34, p. 199–204, 2005.

EBELER, S. E.; THORNGATE, J. H. Wine chemistry and flavor: looking into the crystal glass. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 18, p. 8098-8108, 2009.

FALCÃO, L. D. **Caracterização analítica e sensorial de vinhos Cabernet Sauvignon de diferentes altitudes de Santa Catarina**. 2007. 151 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

FERNANDES, A. L. M. A. P. **Impacto da rolha de cortiça na composição polifenólica de vinhos tintos engarrafados**. 2007. 161 f. Dissertação (Mestre em Tecnologia, Ciência e Segurança Alimentar) - Universidade do Porto, Porto, 2007.

FERRANDINO, A.; GUIDONI, S. Anthocyanins, Xavonols and hydroxycinnamates: an attempt to use them to discriminate *Vitis vinifera* L. cv 'Barbera' clones. **European Food Research and Technology**, n. 230, p. 417-427, 2010.

FREITAS, D. M. de. **Variação dos compostos fenólicos e de cor dos vinhos de uvas (*vitis vinifera*) tintas em diferentes ambientes**. 2006. 42 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

GALLANDER, J. F. Effect of grape maturity on the composition and quality of Ohio Vidal blanc wines. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, p. 139-141, 1983.

GAMBACORTA, G.; ANTONACCI, D.; PATI, S.; LA GATTA, M.; FACCIA, M.; COLETTA, A.; LA NOTTE, E. Influence of winemaking technologies on phenolic composition of Italian red wines. **European Food Research and Technology**, n. 233, p. 1057-1066, 2011.

GARAU, R.; SECHI, A.; PROTA, V. A.; MORO, G. Productive parameters in Chardonnay and Vermentino grapevines infected with “bois noir” and recovered in Sardinia. **Bulletin of Insectology**, n. 60, p. 233-234, 2007.

GIACCIO, M.; DEL SIGNORE, A. Multivariate classification of Montepulciano d’Abruzzo wine samples according to vintage year. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n. 84, p. 164-172, 2004.

GIOVANNINI, E.; MANFROI, V. **Viticultura e Enologia: elaboração de grandes vinhos nos terroirs brasileiros**. Bento Gonçalves: IFRS, 2009.

GLORIES, Y. La couleur des vins rouges. 1^a partie: Les equilibres des anthocyanes et des tanins. **Connaiss. Vigne Vin**. France, v. 18, n. 4, p. 195-217, 1984.

GÓES, F. J. de. **Desenvolvimento e otimização do processo fermentativo para a produção de vinho branco a partir de uva Itália**. 2005. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.

GONZÁLEZ-NEVES, G.; BALADO, J.; BARREIRO, L.; BOCHICCHIO, R.; GATTO, G.; GIL, G.; TESSORE, A.; FERRER, M. Efecto de algunas prácticas de manejo del viñedo y de La vinificación en la composición fenólica y el color de los vinos tintos. X CONGRESSO BRASILEIRO de VITICULTURA e ENOLOGIA, 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 43-68, 2003.

GRIS, E. F. **Perfil fenólico e atividades antioxidante e hipolipemiante de vinhos de variedades Vitis vinifera cultivadas em São Joaquim - SC - Brasil**. 2010. 157 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GUERRA, C. C. Evolução polifenólica: longevidade e qualidade dos vinhos tintos finos. In: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE VITICULTURA, ENOLOGIA E GASTRONOMIA, 1., 1998, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 55-65, 1998.

GUERRA, C. C. Maturação da uva e condução da vinificação para a elaboração de vinhos finos. In: REGINA, M. A. (Coord.). **Viticultura e enologia**: atualizando conceitos. Caldas: EPAMIG/FECD, p. 179-192, 2002.

GUERRA, C. C. Influência de parâmetros enológicos da maceração na vinificação em tinto sobre a evolução da cor e a qualidade do vinho. In: ZANUS, M. C. et al. (eds.). X Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, Bento Gonçalves. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 15-18, 2003.

GUERRA, C. C. Vinho Tinto. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.) **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Editora Blucher, 2010, v. 1, p. 209-233.

GUERRA, C. C.; ZANUS, M. C. **Maturação e Colheita**. Embrapa Uva e Vinho, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/colheita.htm>. Acesso em: 15 out. 2010.

HUNTER, J. J.; VOLSCHENK, C. G.; MARAIS, J.; FOUCHÉ, G. W. Composition of Sauvignon Blanc grapes as affected by pre-véraison canopy manipulation and ripeness level. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 25, n. 1, p. 13-18, 2004.

IAL. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. VI, 3. ed., São Paulo. Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo, 1985.

INTRIERI, C.; FILIPPETTI, I.; ALLEGRO, G.; CENTINARI, M.; PONI, S. Early defoliation (hand vs mechanical) for improved crop control and grape composition in Sangiovese (*Vitis vinifera* L.). **Australian Journal of Grape and Wine Research**, n. 14, p. 25-32, 2008.

JACKSON, R. S. **Wine Science - Principles and Applications**, 3. ed., San Diego: Academic Press, 2008.

KENNEDY, J. Understanding grape berry development. **Practical Winery & Vineyard Journal**, Jul./Ago. 2002.

KONDRASHOV, A.; SEVCÍK, R.; BENÁKOVÁ, H.; KOSTÍROVÁ, M.; STÍPEK, S. The key role of grape variety for antioxidant capacity of red wines. **e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism**, n. 4. p. e41-e46, 2009.

LEGIN, A.; RUDNITSKAYA, A.; LVOVA, L.; VLASOV, Y.; DI NATALE, C.; D'AMICO, A. Evaluation of Italian wine by the electronic tongue: recognition, quantitative analysis and correlation with human sensory perception. **Analytica Chimica Acta**, n. 484, p. 33-44, 2003.

LESSCHAEVE, I. Sensory evaluation of wine and commercial realities: review of current practices and perspectives. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 58, n. 2, p. 252-258, 2007.

LONA, A. A. **Vinhos – degustação, elaboração e serviço**, 8. ed. Porto Alegre: AGE, 2003.

LONVAUD, A. Bacterias lácticas y fermentación maloláctica. **El vino y su industria**, n. 5, p. 42-50, 2004.

LONVAUD-FUNEL, A. Microbiology of the malolactic fermentation: Molecular aspects. **FEMS Microbiology Letters**, v. 126, p. 209-214, 1995.

LUND, S. T.; BOHLMANN, J. The molecular basis for wine grape quality – a volatile subject. **Science**, v. 311, p. 804-805, 2006.

MACNEIL, K. **A Bíblia do Vinho**. 4. ed. Rio de Janeiro: Ediouro, 2003.

MANFROI, L. **Avaliação do processo fermentativo e da composição de vinho Merlot elaborado com diferentes espécies de *Saccharomyces*, *Oenococcus* e *Lactobacillus***. 2002. 120 f. Tese (*Doctor Scientiae*) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

MANFROI, V. **Taninos enológicos e goma arábica na composição e qualidade sensorial do vinho Cabernet Sauvignon**. 2007. 133 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

MANFROI, V. Vinho Branco. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Coord.) **Bebidas alcoólicas: Ciência e Tecnologia**. São Paulo: Editora Blucher, v. 1, p. 143-163, 2010.

MELLO, L. M. R. de. **Área e Produção de Uvas: Panorama Mundial**. Embrapa Uva e Vinho, 2009. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/producaomundial.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

MELLO, L. M. R. de. **Vitivinicultura brasileira: panorama 2010**. Embrapa Uva e Vinho, 2011. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2010.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2011.

MERCOSUL. Resolução Nº 45/96 do GMC do dia 21/04/1996. **Aprova o Regulamento Vitivinícola do Mercosul**. Disponível em: <www.uvibra.com.br/reg_vit_mercosul.doc>. Acesso em: 21 dez. 2010.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analitical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 326-428, 1959.

MONAGAS, M.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C.; BARTOLOMÉ, B. Evolution of the phenolic content of red wines from *Vitis vinifera* L. during ageing in bottle. **Food Chemistry**, v. 95, p. 405-412, 2006.

MORET, I.; DI LEO, F.; GIROMINI, V.; SCARPONI, G. Multiple discriminant analysis in the analytical differentiation of Venetian white wines. 4. Application to several vintage years and comparison with the k nearest-neighbor classification. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 32, p. 329-333, 1984.

MOTA, R. V. da; REGINA, M. de A.; AMORIM, D. A. de; FÁVERO, A. C. Fatores que afetam a maturação e a qualidade da uva para vinificação. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 234, p. 56-64, 2006.

NIEDDU, G.; CHESSA, I.; MERCENARO, L. Primary and secondary characterization of a Vermentino grape clones collection. **1st International Symposium on Environment Identities and Mediterranean Area**, ISEIM, art. n. 4150523, p. 517-521, 2006.

OIV (Organización Internacional de La Viña y El Vino). **2ª Edición de La Lista de Descriptores OIV para Variedades de Vid y Especies de Vitis**. 2001. Disponible em: <http://news.reseau-concept.net/images/oiv_es/client/Code_descripteurs_2ed_ES.pdf>. Acceso em: 03 ago. 2010.

OIV (Organización Internacional de La Viña y El Vino). **Estadísticas Vitivinícolas Mundiales 2007**. Disponible em: <http://news.reseau-concept.net/images/oiv_es/Client/Statistiques_commentaires_annexes_2007_ES.pdf>. Acceso em: 03 set. 2011.

OIV (International Organisation of Vine and Wine). **International Code of Oenological Practices**, 2009. Disponible em: <http://news.reseau-concept.net/images/oiv_es/Client/CODE_2009_EN.pdf>. Acceso em: 03 ago. 2010.

OLLAT, N.; DIAKOU-VERDIN, P.; CARDE, J. P.; BARRIEU, F.; GAUDILLÈRE, J. P.; MOING, A. Grape berry development: a review. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v. 36, p. 109-131, 2002.

OUGH, C. S. **Tratado básico de enología**. Zaragoza: Acribia, 1992.

PADILLA, E.; RUIZ, E.; REDONDO, S.; GORDILLO-MOSCOSO, A.; SLOWING, K.; TEJERINA, T. Relationship between vasodilation capacity and Phenolic Content Of Spanish wines. **European Journal of Pharmacology**, v. 517, p. 84-91, 2005.

PALADINO, S.; GALIOTTI, H.; FORMENTO, J. C. Efecto de la fermentación maloláctica sobre el color de los vinos tintos. **El vino y su industria**, n. 3, p. 24-33, 2004.

PANEQUE, P.; ÁLVAREZ-SOTOMAYOR, M. T.; CLAVIJO, A.; GÓMEZ, I. A. Metal content in southern Spain wines and their classification according to origin and ageing. **Microchemical Journal**, v. 94, p. 175-179, 2010.

PARENTI, A.; SPUGNOLI, P.; CALAMAI, L.; FERRARI, S.; GORI, C. Effects of cold maceration on red wine quality from Tuscan Sangiovese grape. **European Food Research and Technology**, n. 218(4), p. 360-366, 2004.

PENTER, F. **Efeito do raleio de cachos na qualidade dos frutos da videira Cabernet Sauvignon produzida na serra catarinense**. 2006. 73 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2006.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; MANFROI, L. Vitivinicultura e enologia. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, cap. 16, p. 678-724, 2009.

PEYNAUD, E. **Enologia prática: conhecer e trabalhar o vinho**. Lisboa: Litexa, 1993.

PONI, S.; BERNIZZONI, F.; CIVARDI, S.; LIBELLI, N. Effects of pre-bloom leaf removal on growth of berry tissues and must composition in two red *Vitis vinifera* L. cultivars. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, n. 15, p. 185-193, 2009.

RECAMALES, A. F.; SAYAGO, A.; GONZÁLEZ-MIRET, M. L.; HERNANZ, D. The effect of time and storage conditions on the phenolic composition and colour of white wine. **Food Research International**, n. 39, p. 220-229, 2006.

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

RIZZON, L. A.; SALVADOR, M. B. G. **Teores de cátions dos vinhos da microrregião homogênea vinicultora de Caxias do Sul (MRH 311)**. Bento Gonçalves: EMBRAPA, p. 1-4, 1987.

RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MANFREDINI, S. **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, p. 36, 1994.

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**, n. 18, v. 2, 1998.

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

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, p. 192-198, 2002.

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

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

RIZZON, L. A.; SALVADOR, M. B. G.; MIELE, A. Teores de cátions dos vinhos da Serra Gaúcha. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, p. 635-641, 2008.

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

ROLLE, L.; GERBI, V.; SCHNEIDER, A.; SPANNA, F.; SEGADE, S. R. Varietal relationship between instrumental skin hardness and climate for grapevines (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 59, p. 10624–10634, 2011.

ROSIER, J. P. **Manual de elaboração de vinho para pequenas cantinas**. 2. ed. Florianópolis: EPAGRI, 1995.

RUPASINGHE, H. P. V.; CLEGG, S. Total antioxidant capacity, total phenolic content, mineral elements, and histamine concentrations in wines of different fruit sources. **Journal of Food Composition and Analysis**, n. 20, p. 133-137, 2007.

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

SALVO, F.; LA PERA, L.; DI BELLA, G.; NICOTINA, M.; DUGO, G. Influence of different mineral and organic pesticide treatments on Cd(II), Cu(II), Pb(II), and Zn(II) contents determined by derivative potentiometric stripping analysis in Italian white and red wines. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 4, p. 1090-1094, 2003.

SANTANA, M. T. A. **Caracterização físico-química, química e sensorial de frutos e vinhos da Cv. Patrícia (*Vitis labrusca L.*)**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

SANTIN, N. C. **Características químicas de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes regiões do Brasil**. 2006. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SANTOS, P. C.; PEREIRA, O. M.; GONÇALVES, F.; SIMÕES, J. T.; PINHO, M. N. Ensaio de estabilização tartárica em vinhos portugueses: estudo comparativo da electrodiálise e de um método tradicional. **Ciência Téc. Vitiv.** v. 15(2), p. 95-108, 2000.

SANTOS, B. A. C. **Compostos voláteis e qualidade dos vinhos secos jovens varietal Cabernet Sauvignon produzidos em diferentes regiões do Brasil**. 2006. 155 F. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

SANTOS, C. E. I. **Caracterização elementar do vinho gaúcho**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SARTINI, E.; ARFELLI, G.; FABIANI, A.; PIVA, A. Influence of chips, lees and micro-oxygenation during aging on the phenolic composition of a red Sangiovese wine. **Food Chemistry**, n. 104, p. 1599-1604, 2007.

SARTOR, S. B. **Caracterização química de uvas e vinhos Goethe produzidos na região de Urussanga – Santa Catarina**. 2009. 95 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

SCARPONI, G.; MORET, I.; CAPODAGLIO, G.; CESCO, P. Multiple discriminant analysis in the analytical differentiation of Venetian wines. 3. A reelaboration with addition of data from samples of 1979 vintage Prosecco wine. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 30, p. 1135-1140, 1982.

SCHALKWYK, H.; ARCHER, E. Determining optimum ripeness in wine grapes. **Wynboer**, 2000.

SCHMIDT, J. O.; NOBLE, A. C. Investigation of the Effect of Skin Contact Time on Wine Flavor. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 34, n. 3, p. 135-138, 1983.

SILVA, G. A. da; MURATORE, L. Influência da linhagem de levedura sobre a cor de vinhos tintos Cabernet Sauvignon. In: SINAFERM 2003 - XIV Simpósio Nacional de Fermentações, Florianópolis. **Anais do SINAFERM 2003** - XIV Simpósio Nacional de Fermentações, p. 1-7, 2003.

SILVA T. G.; REGINA M. A.; ROSIER J. P.; RIZZON L. A.; CHALFUN N. N. J. Diagnóstico Vinícola do Sul de Minas Gerais II. Teores de Minerais dos Vinhos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 638-642, 1999.

SIMS, C. A.; MORRIS, J. R. Color and color stability of red wine from Noble (*Vitis rotundifolia* Michx) and Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) at various pH. **Arkansas State Hor Soc.**, v. 105, p. 90-96, 1984. Disponível em: <<http://www.uark.edu/depts/ifse/grapeprog/articles/ahs105-90wg.pdf>>. Acesso em: 14 ago. 2010.

SINGLETON, V. L. Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: observations and practical implications. **American Journal of Enology and Viticulture**, n. 38, p. 69-76, 1987.

SOMERS, T. C.; EVANS, M. E. Grape pigment phenomena: interpretation of major colour losses during vinification. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 30, p. 623-633. 1979.

SOUZA, S. I. **Vinho: Aprenda a Degustar**. São Paulo: Market Press, p. 304, 2000.

SPINELLI, F. R.; VANDERLINDE, R.; DUTRA, S. V.; ROANI, C. A.; LEONARDELLI, S.; MARCON, A. R.; CARNIELLI, G. J.; ADAMI, L. Estudo do Cobre e Zinco em vinhos 'Merlot' e 'Cabernet Sauvignon' de diferentes regiões produtoras. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia**, n. 2, p. 68-74, 2010.

STEFENON, C. A. **Atividade antioxidante, composição fenólica e mineral de vinhos espumantes brasileiros**. 2006. 85 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2006

TOFALO, R.; SCHIRONE, M.; TELERA, G. C.; MANETTA, A. C.; CORSETTI, A.; SUZZI, G. Influence of organic viticulture on non-Saccharomyces wine yeast populations. **Annals of Microbiology**, n. 61, p. 57-66, 2011.

TONIETTO, J. O conceito de denominação de origem como agente promotor da qualidade dos vinhos. In: REGINA, M. A. (Ed.). **Viticultura e enologia: atualizando conceitos**. Caldas: EPAMIG – FECD, p. 151-164, 2001.

UGLIANO, M.; MOIO, L. The influence of malolactic fermentation and *Oenococcus oeni* strain on glycosidic aroma precursors and related volatile compounds of red wine. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, p. 2468-2476, 2006.

UVIBRA (União Brasileira de Vitivinicultura). **Produção de Uvas, Elaboração de Vinhos e Derivados**. Disponível em: <http://uvibra.com.br/pdf/safra_uva1998-2010.pdf>. Acesso em: 03 set. 2011.

VAN SCHALKWYK, H.; ARCHER, E. Determining optimum ripeness in wine grapes, **Wineland**. Disponível em: <<http://www.wynboer.co.za/recentarticles/0500optimum.php3>>. Acesso em: 10 jun. 2010.

VERNOCCHI, P.; NDAGIJIMANA, M.; SERRAZANETTI, D. I.; LÓPEZ, C. C.; FABIANI, A.; GARDINI, F.; GUERZONI, M. E.; LANCIOTTI, R. Use of

Saccharomyces cerevisiae strains endowed with β -glucosidase activity for the production of Sangiovese wine. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, n. 27, p. 1423-1433, 2011.

VERSARI, A.; PARPINELLO, G. P.; TORNIELLI, G. B.; FERRARINI, R.; GIULIVO, C. Stilbene Compounds and Stilbene Synthase Expression during Ripening, Wilting, and UV Treatment in Grape cv. Corvina. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n. 49, p. 5531-5536, 2001.

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

VOLSCHENK, H.; VAN VUUREN, H. J. J.; VILJOEN-BLOOM, M. Malic acid in wine: origin, function and metabolism during vinification. **South African Journal of Enology and Viticulture**, v. 27, n. 2, p. 123-136, 2006.

WATSON, B. Evaluation of winegrape maturity. In: HELLAMN, E. W. (Ed). **Oregon Viticulture**, Oregon State University Press, Corvallis, Oregon, p. 235-245, 2003.

ZANONI, B.; SILIANI, S.; CANUTI, V.; ROSI, I.; BERTUCCIOLI, M. A kinetic study on extraction and transformation phenomena of phenolic compounds during red wine fermentation. **International Journal of Food Science and Technology**, n. 45, p. 2080-2088, 2010.

ANEXO I. Análise do solo do local da implantação do vinhedo.

LABORFORT

ANÁLISES QUÍMICAS

LABORFORT ANÁLISES QUÍMICAS LTDA
Solos, Tecido Vegetal, Fertilizantes e Corretivos.

REMETENTE	FHORBEL COMERCIO E REPRESENTACOES LTDA		PROPRIETÁRIO	ALMIR BARRICQUELLO		
EMPRESA	FORQUÍMICA AGROCIÊNCIA LTDA.		PROPRIEDADE	FAZ. URI		
MUNICÍPIO	CAMBIRA	ESTADO	PR	MUNICÍPIO	ERECHIM	ESTADO RS
ENDEREÇO	AV. BRASIL, 2420 - CENTRO		LOTE	001 ENTRE PLANTAS		CULTURA
TELEFONE	(43) 3436-8350		MATRÍCULA	VAR/HB:		
E-MAIL	forquimica@forquimica.com.br		SEMANA ANALÍTICA	027-09	ÁREA	(ha)
RESP. TÉCNICO	ALMIR		ENTRADA	03/07/09	SAÍDA	08/07/09

RESULTADOS ANALÍTICOS

IDENTIFICAÇÕES DA AMOSTRA	LABORFORT	7233-09	
Reação do Solo			
pH CaCl ₂			AÑS
pH H ₂ O			AÑS
pH SMP			AÑS
Hidrogênio + Alumínio	H+Al	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Alumínio	Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Hidrogênio	H	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Macronutrientes			
Fósforo	P	mg dm ⁻³	AÑS
Carbono Orgânico	C	g dm ⁻³	AÑS
Matéria Orgânica	MO	%	AÑS
Cálcio + Magnésio	Cu ²⁺ + Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Cálcio	Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Magnésio	Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Potássio	K ⁺	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Soma de Bases	SB	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Cap. Troca Catiônica	CTC	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Saturação por Bases	V	%	AÑS
Cap. Troca Catiônica Efetiva	CTC efet.	cmol _c dm ⁻³	AÑS
Enxofre	S	mg dm ⁻³	AÑS
Complexo adsorvente			
Cálcio	Ca	%	AÑS
Magnésio	Mg	%	AÑS
Potássio	K	%	AÑS
Alumínio	Al	%	AÑS
Hidrogênio	H	%	AÑS
Relações			
Cálcio/Magnésio	Ca/Mg		AÑS
Magnésio/Potássio	Mg/K		AÑS
Cálcio/Potássio	Ca/K		AÑS
Cálcio+Magnésio/Potássio	Ca+Mg/K		AÑS
	K/√Ca + Mg		AÑS
Micronutrientes			
Cobre	Cu	mg dm ⁻³	AÑS
Zinco	Zn	mg dm ⁻³	AÑS
Ferro	Fe	mg dm ⁻³	AÑS
Manganês	Mn	mg dm ⁻³	AÑS
Boro	B	mg dm ⁻³	AÑS
Sódio	Na	mg dm ⁻³	AÑS
Granulometria			
Argila		%	61,00
Silte		%	22,00
Areia		%	17,00
Especificação do Solo			Solo Tipo 3
Análises Especiais			
Fósforo Remanescente	P-rem	mg dm ⁻³	AÑS
Nível Crítico de Fósforo	NiCrP	mg dm ⁻³	AÑS
Fósforo Relativo	PR	%	AÑS
Condutividade elétrica	CE	dS m ⁻¹	AÑS

Extratores

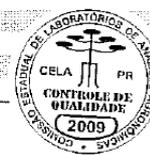
Água Quente - D
Molich 1:10 - P, K, Na, Cu, Zn, Fe e Mn
KCl 1N 1:10 - Al, Ca, Mg
Acetato de Cálcio 1N pH 7,2 1:15 - H+Al
Fosfato Monocálcico em Ácido Acético 2M - Enxofre

Análise (s) realizada (s) com base em amostra (s) de material, acima identificada (s), entregue (s) em nosso Laboratório

Obs.: a) Não incluir nos critérios recomendação de fertilizantes e corretivos. Os valores de Alumínio em % ao Complexo Adsorvente são calculados através da CTC efetiva.
b) A especificação de solo segue parâmetros do Zoneamento Agropecuário do Ministério da Agricultura, Portaria nº 122, de 23 de Junho de 2008

Simbologia

ALD = Abaixo Limite Detecção
N.A. = Não Analisado
AÑS = Análise não solicitada.
NI = Não Informado (n)



ANEXO I. Análise do solo do local da implantação do vinhedo.

LABORFORT

ANÁLISES QUÍMICAS

LABORFORT ANÁLISES QUÍMICAS LTDA
Solos, Tecido Vegetal, Fertilizantes e Corretivos.

REMETENTE	FHORBEL COMERCIO E REPRESENTACOES LTDA		PROPRIETÁRIO	ALMIR BARRIQUELLO	
EMPRESA	FORQUÍMICA AGROCIÊNCIA LTDA.		PROPRIEDADE	FAZ. URI	
MUNICÍPIO	CAMBIRA	ESTADO	PR	MUNICÍPIO	ERECHIM
ENDEREÇO	AV. BRASIL, 2420 - CENTRO		LOTE	002 ENTRE PLANTAS	
TELEFONE	(41) 3436-8350		MATRÍCULA	VAR/HIB:	
E-MAIL	forquimica@forquimica.com.br		SEMANA ANALÍTICA	027-09	ÁREA (ha)
RESP. TÉCNICO	ALMIR		ENTRADA	03/07/09	SAÍDA 09/07/09

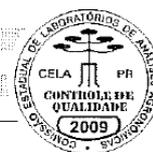
RESULTADOS ANALÍTICOS

IDENTIFICAÇÕES DA AMOSTRA	LABORFORT	7234-09
Reação do Solo		
pH CaCl ₂		5,29
pH H ₂ O		5,80
pH SMP		6,17
Hidrogênio + Alumínio	H+Al	cmol _c dm ⁻³ 4,36
Alumínio	Al ³⁺	cmol _c dm ⁻³ 0,00
Hidrogênio	H	cmol _c dm ⁻³ 4,36
Macronutrientes		
Fósforo	P	mg dm ⁻³ 23,42
Carbono Orgânico	C	g dm ⁻³ 18,31
Matéria Orgânica	MO	% 3,16
Cálcio + Magnésio	Ca ²⁺ + Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³ 12,66
Cálcio	Ca ²⁺	cmol _c dm ⁻³ 8,29
Magnésio	Mg ²⁺	cmol _c dm ⁻³ 4,36
Potássio	K ⁺	cmol _c dm ⁻³ 1,64
Soma de Bases	SB	cmol _c dm ⁻³ 14,30
Cap. Troca Catiônica	CTC	cmol _c dm ⁻³ 18,66
Saturação por Bases	V	% 76,63
Cap. Troca Catiônica Efetiva	CTC efet.	cmol _c dm ⁻³ 14,30
Enxofre	S	mg dm ⁻³ 23,23
Complexo adsorvente		
Cálcio	Ca	% 44,45
Magnésio	Mg	% 23,38
Potássio	K	% 8,80
Alumínio	Al	% 0,00
Hidrogênio	H	% 23,37
Relações		
Cálcio/Magnésio	Ca/Mg	1,90
Magnésio/Potássio	Mg/K	2,66
Cálcio/Potássio	Ca/K	5,05
Cálcio+Magnésio/Potássio	Ca+Mg/K	7,70
	K/ $\sqrt{Ca + Mg}$	0,46
Micronutrientes		
Cobre	Cu	mg dm ⁻³ 8,52
Zinco	Zn	mg dm ⁻³ 9,14
Ferro	Fe	mg dm ⁻³ 32,82
Manganês	Mn	mg dm ⁻³ 185,33
Boro	B	mg dm ⁻³ 0,36
Sódio	Na	mg dm ⁻³ AÑS
Granulometria		
Argila		% AÑS
Silte		% AÑS
Areia		% AÑS
Especificação do Solo		AÑS
Análises Especiais		
Fósforo Remanescente	P-rem	mg dm ⁻³ AÑS
Nível Crítico de Fósforo	NiCrP	mg dm ⁻³ AÑS
Fósforo Relativo	PR	% AÑS
Condutividade elétrica	CE	dS m ⁻¹ AÑS
Extratores		

Água Quente - B
Melich 1:1:10 - P, K, Na, Cu, Zn, Fe e Mn
KCl 1N:1:10 - Al, Ca, Mg
Acetato de Cálcio 1N pH 7,2 1:15 - H+Al
Fosfato Monossulfato em Ácido Acético 2M - Enxofre
Análise (s) realizada (s) com base em amostra (s) de material, acima identificada (s), entregue (s) em nosso Laboratório
Obs.: a) Neste laudo não contém recomendação de fertilizantes e corretivos. Os valores de Alumínio em % no Complexo Adsorvente são calculados através da CTC efetiva.
b) A especificação do solo segue parâmetros do Zoneamento Agropecuario do ministério da Agricultura, Portaria nº 122, de 23 de Junho de 2008.

Simbologia

ALD = Abaixo Limite Detecção
NÃ = Não Analisado
AÑS = Análise não solicitada.
NI = Não Informado (a)



Eder Alves de Oliveira
Eder Alves de Oliveira

APÊNDICE I. Protocolo de microvinificação em tinto.

Dia	Operação	Tratamento	Observação	Análises
0	Vindima		Resfriamento da uva: $T^{\circ} < 18^{\circ}\text{C}$.	
	Ativação da levedura	Adição de $0,15 \text{ g.L}^{-1}$ de levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , var. <i>bayanus</i> : Maurivin AWRI 350, Mauri Yest Australia) em 4% do volume do mosto.	Tempo: 0 min.	
	Preparação do recipiente de fermentação	Adicionar a levedura ativada	Tempo: 30 min. Obs: adicionar no recipiente vazio.	
		Adição de $0,10 \text{ g.L}^{-1}$ de tanino (Enotan T-Extra, Amazon Group) para estabilização da cor.		
Desengace		Transferir para o recipiente de fermentação (sobre a levedura e o Tanino).	ART - AT - AV - pH	
1	Início da fermentação (subida do "chapéu")	Adição de $0,06 \text{ g.L}^{-1}$ de metabisulfito de potássio.	Adição sobre as cascas. Não mover a casca por cerca de 12 horas. Manter sob temperatura controlada ($28 \pm 1^{\circ}\text{C}$).	
2	Remontagem (apenas 1/3 do mosto)		Misturar a casca com o mosto 2 a 3 x por dia.	
3	Remontagem (todo o mosto)	Adição de $0,15 \text{ g.L}^{-1}$ de fosfato bibásico de amônio.		
?	Delestagem	Separar o mosto da casca e deixar escorrer por 1 hora. Depois adicionar o mosto sobre a casca.	Efetuar esta operação quando o teor de açúcares redutores atingir 40% a 50% do teor inicial.	ART - AL - AT - AV - pH
? + 1	Remontagem			
? + 2	Delestagem	Separar o mosto da casca e deixar escorrer por 1 hora. Depois adicionar o mosto sobre a casca.	Repetir a operação deste dia e do anterior (alternadamente) até que o teor de açúcares redutores atinja 10% do valor inicial.	
?	Remontagem	Adição de $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ de fosfato bibásico de amônio.	Efetuar esta operação quando o teor de açúcares redutores for cerca de 10 g.L^{-1} . Adicionar durante a remontagem.	
?	Fim da fermentação alcoólica / Descuba		Quando o açúcar residual for $< 2 \text{ g.L}^{-1}$.	
	Início da maceração pós-fermentativa	Adição de $0,01 \text{ g.L}^{-1}$ de bactéria láctica (<i>Oenococcus Oeni</i> : Uvaferm MBR, Lallemant).	Manter sob temperatura controlada ($18 \pm 1^{\circ}\text{C}$).	
?	Fim da Fermentação malolática	Adição de $0,08 \text{ g.L}^{-1}$ de metabisulfito de potássio.	Efetuar esta operação quando o teor de ácido málico for $< 0,3 \text{ g.L}^{-1}$. Manter sob temperatura controlada ($12 \pm 1^{\circ}\text{C}$).	ART -AL - AT - AV - AM - pH - ST - SL

Legenda: Açúcares redutores totais (ART), acidez total (AT), acidez volátil (AV), álcool (AL), SO_2 total (ST), SO_2 livre (SL), potencial hidrogeniônico (pH).

APÊNDICE I (cont.). Protocolo de microvinificação em branco.

Dia	Operação	Tratamento	Observação	Análises
0	Vindima		Resfriamento da uva: $T^{\circ} < 18^{\circ}\text{C}$	
	Desengace e prensagem	Adição de $0,10 \text{ g.L}^{-1}$ de metabissulfito de potássio	$0,05 \text{ g.L}^{-1}$ durante a prensagem $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ no frasco de fermentação	ART - AT - AV - pH
	Ativação da levedura	Adição de $0,15 \text{ g.L}^{-1}$ de levedura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i> : Maurivin Elegance, Mauri Yest Australia) em 4% do volume do mosto		
	Clarificação do mosto	Adição de $0,02 \text{ g.L}^{-1}$ de enzima pectolítica (Coapect VRC, Amazon Group)	Manter sob refrigeração ($13 \pm 1^{\circ}\text{C}$)	
1	Trasfega da fase limpa	Adicionar a levedura ativada e $0,15 \text{ g.L}^{-1}$ de ativante de fermentação (Gesferm Plus, Amazon Group)	O ativante deve conter azoto amoniaco, extrato de levedura e tiamina. Temperatura de fermentação: $16 \pm 1^{\circ}\text{C}$	
4	Trasfega		Com arejamento da massa	ART -AL - AT - AV - pH
?	Trasfega		Fim da fermentação alcoólica quando o açúcar residual for $< 1\%$. Manter sob refrigeração ($11 \pm 1^{\circ}\text{C}$)	
? + 4 dias		Adição de $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ de metabissulfito de potássio	Manter o SL $> 20 \text{ mg.L}^{-1}$	ART -AL - AT - AV - pH - ST - SL

Legenda: Açúcares redutores totais (ART), acidez total (AT), acidez volátil (AV), álcool (AL), SO_2 total (ST), SO_2 livre (SL), potencial hidrogeniônico (pH).