



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA**

**ESTUDO SOBRE VINHOS: ASPECTOS DE
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E BENEFÍCIOS À
SAÚDE**

Danielle Soalheiro

**Belo Horizonte - MG
2012**



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE
MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE QUÍMICA TECNOLÓGICA**

**ESTUDO SOBRE VINHOS: ASPECTOS DE
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E BENEFÍCIOS A
SAÚDE**

Danielle Soalheiro

Monografia apresentada ao Curso de Química Tecnológica do CEFET-MG como parte das exigências da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II).

Orientador: Prof. Dr. Claudinei Rezende Calado

Co-Orientadora: Prof^a. Dra. Silvia Mendonça Vieira

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Claudinei Rezende Calado

Prof^a Dra. Silvia Mendonça Vieira

Prof. Dr. Cleverson Fernando Garcia

Prof^a Msc. Christiane Garcia Rodrigues

Monografia aprovada em 29 de Outubro de 2012

**Belo Horizonte-MG
2012**

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pela confiança e dedicação durante minha vida acadêmica.

Aos meus amigos do CEFET-MG pelo apoio e amizade durante esses anos, pelas horas de estudos auxiliando um ao outro.

Aos professores que ministraram as disciplinas da graduação e que acreditaram no potencial de seus alunos.

Aos orientadores deste trabalho, pelas correções, sugestões e críticas permitindo meu crescimento como graduanda.

Agradeço a todos que de certa forma participaram do desenvolvimento e do crescimento da minha carreira profissional e acadêmica. Obrigada.

LISTA DE ABREVIATURAS

EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GL	Gay-Lussac
IARC	Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer
IBRAVIN	Instituto Brasileiro do Vinho
LDH	Lactato desidrogenase
NAD	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo
OIV	Organisation internationale de la vigne et du vin
OTA	Ocratoxina A
UV	Ultravioleta
UV-B	Ultravioleta B
UVIBRA	União Brasileira de Vitivinicultura

LISTA DE FIGURAS E FLUXOGRAMAS

	Pg.
Figura 1: Consumo de vinho no mundo.....	09
Figura 2: Equação da fermentação alcoólica.....	16
Figura 3: Estrutura dos ácidos (a) málico e (b) láctico.....	17
Figura 4: Estrutura molecular da ocratoxina A.....	20
Figura 5: Estruturas moleculares dos açúcares: (a) glicose, (b) frutose e (c) sacarose.....	21
Figura 6: Estruturas moleculares dos alcoóis: (a) etílico, (b) glicerol e (c) metanol.....	22
Figura 7: Hidrólise da pectina.....	22
Figura 8: Estruturas moleculares dos ácidos: (a) tartárico, (a) málico e (c) cítrico.....	23
Figura 9: Estruturas moleculares dos ácidos: (a) succínico, (b) láctico e (c) acético.....	23
Figura 10: Estrutura molecular do ânion fosfato.....	24
Figura 11: Estrutura geral das antocianinas.....	25
Figura 12: Estrutura da Catequina, principal Tanino encontrado nas uvas.....	25
Figura 13: Estrutura dos compostos fenólicos não-flavonóides presentes em vinhos.....	25
Figura 14: Estrutura do éster antranilato de metila.....	26
Figura 15: Estrutura do éster decanoato de etila.....	26
Figura 16: Estrutura molecular da leucina.....	27
Figura 17: Estrutura molecular da (a) vitamina B ₁ e da (b) vitamina B ₂	27
Figura 18: Estrutura molecular da vitamina B ₁₂	28
Figura 19: Estrutura molecular da acetona.....	29

Figura 20: Estrutura molecular do acetaldeído.....	29
Figura 21: Estrutura geral das antocianinas.....	30
Figura 22: Estrutura geral dos taninos.....	31
Figura 23: Estrutura molecular do resveratrol.....	32
Figura 24: Estrutura molecular dos isômeros <i>trans</i> e <i>cis</i> -resveratrol.....	33
Fluxograma 1: Etapas do processo de produção de vinho.....	11

LISTA DE TABELAS E QUADROS

	Pg.
Tabela 1 - Tipos de antocianinas encontradas no vinho e nas uvas, e seus respectivos grupos substituintes.....	30
Quadro 1 – Principais uvas cultivadas no Brasil.....	07

RESUMO

ESTUDO SOBRE VINHOS: ASPECTOS DE PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E BENEFÍCIOS À SAÚDE

SOALHEIRO, D. ; CALADO, C. R.

Vinho é uma bebida obtida pela fermentação total ou parcial da uva fresca, ou do mosto da uva fresca. O cultivo da uva é uma atividade que se desenvolve no Brasil desde o século XVI, com a chegada dos Portugueses. Mas foi somente no século XX que vinhos de boa qualidade começaram a ser produzidos com o desenvolvimento da tecnologia de produção. Como o vinho é uma bebida consumida há 7.000 anos a.C., pesquisadores e cientistas dedicam-se ao estudo de seus componentes e métodos de produção. Já foram determinadas diversas substâncias presente no vinho, como açúcares, ácidos, vitaminas e sais. O processo de vinificação também é de grande importância por envolver processos fermentativos na presença de micro-organismos, essencial para garantir sua qualidade. O consumo moderado propicia diversos benefícios à saúde do homem devido à presença de algumas substâncias com propriedades funcionais, como o resveratrol. Estudos já comprovaram que o resveratrol tem ação antioxidante, anti-inflamatória e anticarcinogênico. Com este trabalho pode-se concluir que o vinho representa uma bebida de grande importância mundial. Seus benefícios à saúde e a tecnologia de produção da bebida atraem pesquisadores de todo o mundo, com o objetivo de melhorar as etapas de produção, a colheita adequada da uva e avaliar o mecanismo de ação dos compostos funcionais na saúde humana.

Palavras Chaves: fermentação, resveratrol, vinificação.

SUMÁRIO

	Pg.
1. INTRODUÇÃO	01
2. DESENVOLVIMENTO	03
2.1 Histórico	03
2.2 Vinho	03
2.2.1 Classificação.....	04
2.2.2 Variedades de Uva.....	07
2.2.3 Leveduras.....	08
2.2.4 Produção e Consumo do Vinho.....	08
2.3 Processo de produção	09
2.3.1 Vindima.....	09
2.3.2 Vinificação.....	10
2.4 Fermentação	15
2.4.1 Fermentação Alcoólica.....	15
2.4.2 Fermentação Malolática.....	17
2.5 Alterações microbianas em vinhos	18
2.5.1 Contaminação por bactérias acéticas e lácticas.....	19
2.5.2 Contaminação por fungos.....	19
2.6 Composição Química do Vinho	20
2.6.1 Açúcares.....	20
2.6.2 Alcoóis.....	21
2.6.3 Ácidos Orgânicos.....	23
2.6.4 Sais.....	24
2.6.5 Fenóis.....	24
2.6.6 Ésteres.....	26
2.6.7 Substâncias Nitrogenadas.....	26
2.6.8 Vitaminas.....	27
2.6.9 Dióxido de Enxofre.....	28
2.6.10 Aldeídos e Cetonas.....	29
2.7 Compostos com propriedades funcionais e seus benefícios à saúde	29
2.7.1 Flavonóides.....	29
2.7.2 Resveratrol.....	32
3. CONCLUSÕES	35
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

1. INTRODUÇÃO

Não se sabe ao certo uma data exata para a descoberta do vinho, mas as sementes mais antigas de uvas foram encontradas na Geórgia. E vários eram os motivos para seu consumo, dentre eles o uso medicinal, religioso e pelo prazer da degustação. Importantes civilizações antigas, como gregos, egípcios e romanos, já utilizavam o vinho como medicamento para o corpo (JONHSON, 2001).

Embora a fabricação do vinho seja uma arte antiga, sabe-se que o processo de fermentação só foi realmente compreendido após os estudos de Louis Pasteur, no século XIX. E a partir do século sua tecnologia foi descrita e estudada (JONHSON, 2001; SOUSA NETO, 1998).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o vinho é denominado como uma *“bebida obtida pela fermentação alcoólica de mosto de uva sã, fresca e madura, sendo proibida a aplicação do termo a produtos obtidos a partir de outras matérias-primas, sendo que esses produtos devem ter denominação específica como, por exemplo, vinho-de-maçã”* (BRASIL, 1988).

O conhecimento da composição química do vinho permite compreender melhor os fenômenos que ocorrem durante a maturação da uva e na elaboração, conservação e tratamentos do produto final. As principais substâncias que constituem o vinho são: açúcares, alcoóis, ácidos orgânicos, sais minerais e orgânicos, compostos fenólicos, compostos nitrogenados, compostos voláteis e aromáticos (HASHIZUME, 2001).

Estudos desenvolvidos comprovam que o vinho, tomado em quantidade moderada, contribui para a saúde do homem, aumentando a qualidade e o tempo de vida, prevenindo doenças cardiovasculares e vários tipos de cânceres. Auxilia também na prevenção de doenças hepáticas. Os compostos aos quais foram atribuídas as possíveis ações terapêuticas do vinho são conhecidos como compostos fenólicos. Dentre estes compostos, destaque-se o resveratrol, o principal fator de proteção à saúde encontrado em vinhos (GOES, 2005).

O presente trabalho teve como objetivo geral realizar uma revisão sobre a tecnologia envolvida na produção de vinho. Os objetivos específicos foram: (I) realizar um breve histórico sobre a bebida e o consumo, (II) descrever o processo de produção, (III) pesquisar os principais constituintes químicos da bebida, sua interação com a saúde e os métodos de análise.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Histórico

Não há uma data exata para o surgimento da bebida, mas sabe-se que as sementes mais antigas de uvas foram encontradas na Geórgia, e foram classificadas como *Vitis viniferas sativa*. Essas videiras eram cultivadas a cerca de 7 mil anos, ou até mesmo anteriormente, na região do oriente médio e Cáucaso, presumindo-se que o vinho também era produzido nesses tempos (JONHSON, 2001).

Com o passar dos tempos, o consumo do vinho foi motivado pelo prazer da degustação, por motivos religiosos, e o uso medicinal tem sido empregado a mais de 2000 anos. Importantes civilizações antigas, como gregos, egípcios e romanos, já utilizavam o vinho como medicamento para o corpo (JONHSON, 2001).

Embora a fabricação do vinho seja uma arte antiga, sabe-se que o processo de fermentação só foi realmente compreendido após os estudos de Louis Pasteur, no século XIX (SOUSA NETO, 1998).

A partir do século XX, a tecnologia de fabricação de vinhos apresentou um grande salto em seu desenvolvimento, acompanhando os avanços tecnológicos, da enologia e do estudo da genética. O desenvolvimento relacionado à genética propiciou o cruzamento de cepas de uvas e a produção de leveduras transgênicas que acarretou numa melhoria da qualidade e do sabor do vinho (JONHSON, 2001).

Atualmente, existe uma variedade de vinhos que é produzido em todo mundo. As principais regiões produtoras são: França, Itália, Portugal e Espanha (JONHSON, 2001).

2.2 Vinho

O vinho é uma bebida proveniente da fermentação alcoólica da uva fresca ou do próprio suco de uva fresca. Como definição bioquímica, é uma bebida proveniente da fermentação alcoólica dos açúcares de suco de uva pelas leveduras, ou, em alguns casos, por bactérias lácticas (HASHIZUME, 2001).

Teoricamente, qualquer fruto comestível com quantidades significativas de açúcares ou outros nutrientes pode ser utilizado como matéria-prima para fabricação de vinhos (MORETTO, 1988). Mas, neste caso, esses vinhos elaborados com outras frutas devem ser rotulados com a denominação do vinho acompanhado do nome da fruta da qual foi feito, por exemplo, vinho de laranja (HASHIZUME, 2001).

Para a obtenção de um bom vinho devem-se escolher boas frutas para sua elaboração, levando-se em consideração a excelência do suco presente na fruta. As frutas sadias, maduras e suculentas possuem as melhores qualidades para o processo de fabricação da bebida, e as operações posteriores visam apenas a melhoria do processo fermentativo e aprimoramento das características da fruta (MORETTO, 1988). Além disso, a qualidade do vinho depende do solo e do clima onde a fruta foi cultivada (HASHIZUME, 2001).

O Vinho tinto é produzido a partir de uvas tintas, que possuem em suas cascas grandes concentrações de flavonóides, fenóis, taninos, dentre outros compostos. Já o vinho branco é obtido pela fermentação alcoólica realizada na ausência da casca ou sem a maceração, processo de extração de compostos presentes na casca por osmose (GOES, 2005; TORRES, 2002).

Quanto à preparação e conservação dos vinhos, há uma ciência especializada no estudo desses processos, a enologia. É uma ciência que trata do vinho, evitando doenças no vinho, e estuda melhorias na qualidade da bebida, aprimorando técnicas ligadas à produção e análise o vinho. E é a ciência que estuda todos os processos relacionados à transformação das uvas em vinho (HASHIZUME, 2001).

2.2.1 Classificação

De acordo com a Legislação Brasileira, publicada na DOU de 16.11.2004, Nº 10.970, os vinhos brasileiros são classificados:

a) Quanto à Classe:

- De mesa: vinho com graduação alcoólica de 8,6% v/v a 14% v/v. E estes se classificam em:
 - Vinhos Finos ou Nobres - vinhos produzidos somente de uvas viníferas;
 - Vinhos Especiais - vinhos mistos produzidos de uvas viníferas e uvas híbridas ou americanas;
 - Vinhos Comuns: vinhos com características predominantes de variedades híbridas ou americanas;
- Frisantes ou Gaseificados: vinhos com graduação alcoólica de 7 a 14%, com gaseificação mínima de 0,5 atm e máxima de 2 atm.
- Leve: vinho com graduação alcoólica de 7 a 8,5% v/v e elaborado de uvas viníferas.
- Champanha: vinho espumante, cujo Anidrido Carbônico seja resultante unicamente de uma segunda fermentação alcoólica de vinho com graduação alcoólica de 10 a 13% v/v.
- Licoroso: vinho doce ou seco, com graduação alcoólica de 14 a 18% v/v. Adição ou não de álcool potável, mosto concentrado, caramelo ou sacarose.
- Composto: bebida com graduação alcoólica de 14 a 20% v/v, obtida pela adição ao vinho de macerados ou concentrados de plantas amargas ou aromáticas, substâncias de origem animal ou mineral, álcool etílico potável e açúcares.

b) Quanto à Cor:

- Tinto: elaborado a partir de variedades de uvas tintas. A diferença de tonalidade depende de tipo de fruto e maturidade.
- Rosado: produzido de uvas tintas, porém após breve contato, as cascas que dão a pigmentação ao vinho são separadas. Obtém-se

também um vinho rosado pelo corte, isto é, pela mistura, de um vinho branco com um vinho tinto.

- Branco: produzido a partir de uvas brancas ou tintas, a fermentação é feita com a ausência das cascas.

c) Quanto ao Teor de Açúcar:

- Vinhos leves, de mesa, frisantes e finos:
 - Seco: possui até 4 gramas de açúcar por litro.
 - Demi-sec ou meio seco: possui de 5 gramas a 20 gramas de açúcar por litro.
 - Suave ou Doce: possui mais de 20 gramas de açúcar por litro.
- Vinhos espumantes naturais ou gaseificados:
 - Nature: até 3 gramas de açúcar por litro.
 - Extra-brut: teor superior a 3 gramas de açúcar por litro.
 - Brut: teor superior a 8 e até 15 gramas de açúcar por litro.
 - Sec ou Seco: teor superior a 15 e até 20 gramas de açúcar por litro.
 - Demi-sec, meio doce ou meio-seco: teor superior a 20 a 60 gramas de açúcar por litro.
 - Doce: teor superior a 60 gramas de açúcar por litro.
- Vinhos Licorosos:
 - Seco: até 20 gramas de açúcar por litro.
 - Doce: teor superior a 20 gramas de açúcar por litro.
- Vinhos compostos:
 - Seco ou dry: até 40 gramas de açúcar por litro.

- Meio-seco ou meio-doce: com teor superior a 40 e até 80 gramas de açúcar por litro.
- Doce: com teor superior a 80 gramas de açúcar por litro.

2.2.2 Variedades de Uva

Para a fabricação de vinhos, muitas variedades de uvas são cultivadas, sendo divididas em:

- Uvas para vinhos finos: *Vitis vinifera* (superiores);
- Uvas de vinhos comuns: *Vitis vinifera*, *V. labrusca*, *V. bourquina* e outros híbridos (HASHIZUME, 2001).

A vitivinicultura brasileira iniciou-se com o cultivo de uvas americanas, chamadas de uvas comuns, *Vitis labrusca* e *Vitis bourquina*, usadas para a elaboração de vinhos de mesa. Entretanto, no século XX começaram a ser elaborados vinhos finos, com uvas de variedades de *Vitis vinifera* (GUERRA *et al.*, 2009)

Algumas das principais uvas cultivadas no Brasil para fabricação de vinho são estão apresentadas no quadro 1.

Quadro 1- Principais uvas cultivadas no Brasil.

Espécie	Tintas	Branças
<i>V. vinifera</i>	Carbenet Franc Cabernet Sauvignon Merlot Pinot-Noir Syra	Itália Giallo Sauvignon Blanc Pinot-Blac
<i>V. labrusca</i>	Isabel Concord Bordô	Niágara branca e rosada
<i>V. bourquina</i>	Hebermont Jacques	
Híbridas	Seibel Pignoletta	Seyve Rainha Madalena

Fonte: EMBRAPA, 2006; Portaria nº 270 de 1988.

No Brasil, variedades da espécie *Vitis vinifera* são cultivadas nos Estados mais frios do país, como Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Mas o Estado de Pernambuco também cultiva a espécie ao longo do rio São Francisco. As uvas da espécie *Vitis labrusca*, devido a sua rusticidade e resistência, são cultivadas nos demais Estado, como Minas Gerais, São Paulo e Paraná (COBRA, 2008).

2.2.3 Leveduras

As principais leveduras utilizadas para a produção de vinho são linhagens de *Saccharomyces cerevisiae*. Apesar de muitos micro-organismos, como bactérias e fungos filamentosos, contribuírem para a produção e composição do vinho, as leveduras tem a principal função de conduzir a fermentação alcoólica (HASHIZUME, 2001).

Os micro-organismos alteram a qualidade da uva antes mesmo do momento da safra, e durante a fermentação metabolizam os açúcares e os outros componentes em etanol e outros produtos secundários, que contribuem para a característica do vinho (GOES, 2005).

A levedura *S. cerevisiae* possui características favoráveis como o crescimento rápido, eficiente utilização da glicose, capacidade de produzir e consumir etanol e tolerância a elevadas concentrações de etanol e baixos níveis de oxigênio (CARVALHO, 2007).

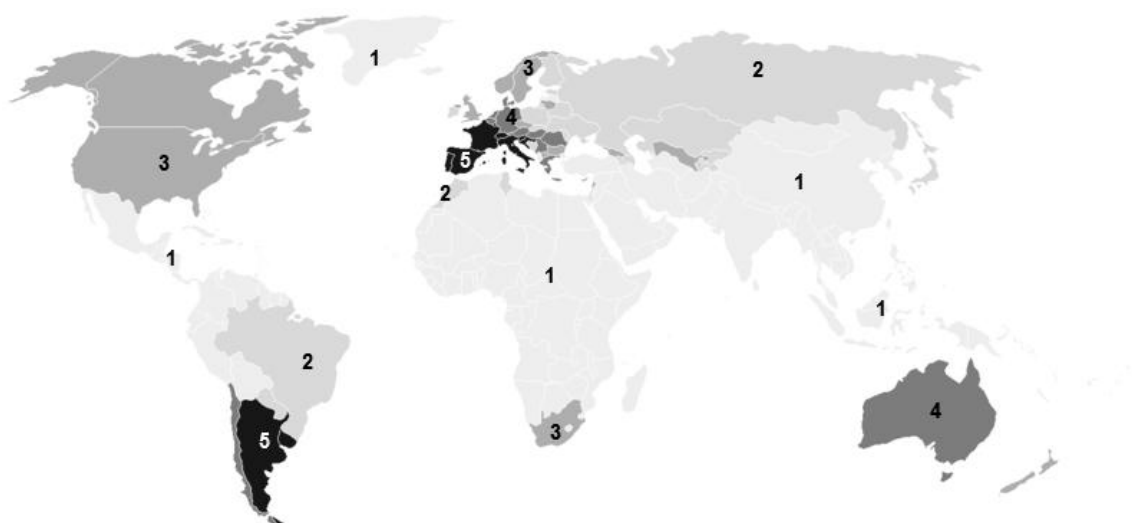
Diferentes leveduras como as do gênero *Kloeckera*, *Candida*, *Hansenula*, *Hanseniospora*, *Zigossacharomyces* e *Pichia* podem iniciar a fermentação do mosto de uva e dar origem ao vinho, contribuindo para a qualidade do aroma, pois são capazes de produzir ésteres e alcoóis em concentração superior às leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (GOES, 2005).

2.2.4 Produção e Consumo do Vinho

No Brasil, o estado do Rio Grande do Sul é responsável por 90% de toda produção nacional, que é de aproximadamente 200.000 litros de vinho por ano, segundo dados obtidos pela União Brasileira de Vitivinicultura – UVIBRA (2010) e pelo Instituto Brasileiro do Vinho - IBRAVIN (2010). Mas o

Brasil ainda não é reconhecido mundialmente como produtor de vinhos, ocupando atualmente a décima sétima colocação na produção mundial (*Wine Institute, 2009*).

Os maiores consumidores de vinho no mundo são os países da Europa e alguns países da América do Sul, como a Argentina, seguido de países onde o clima é mais frio, exceto o Brasil. A Figura 1 mostra o consumo *per capita* no mundo.



Consumo per capita de vinho:

1	menos de 1 litro.
2	de 1 a 7 litros.
3	de 7 a 15 litros.
4	de 15 a 30 litros.
5	Mais de 30 litros.

Figura 1 – Consumo de vinho no mundo
Fonte: Adaptado de *Wine Institute* (2009).

E o maior consumo per capita está na cidade do Vaticano, com 62 litros per capita ao ano, sendo que no Brasil o consumo de vinho é de 1,7 litros per capita ao ano (OIV, 2011; *Wine Institute, 2009*).

2.3 Processo de Produção e Elaboração de Vinho

2.3.1 Vindima

Denomina-se vindima a operação da colheita de uva para a vinificação. O momento da colheita depende de vários fatores, como o estado sanitário e o grau de maturação que dependerá do tipo de vinho que será elaborado. Para que as uvas cheguem saudáveis e maduras ao local de fabricação, deve-se ter alguns cuidados (EMBRAPA, 2006):

- Transportar de forma adequada de modo a evitar o esmagamento das mesmas, o que pode provocar a oxidação e maceração das uvas. Caso isso ocorra, sua qualidade é prejudicada e o mosto resultante entra antecipadamente em fermentação;
- O transporte deve ser rápido e de forma eficiente;
- A fruta deve ser processada logo que chegar ao ambiente onde será produzido.

Deve-se ter também cuidado quanto ao grau de maturação das uvas. Nos últimos dias de amadurecimento, a uva sofre um aumento quanto à quantidade de açúcares e redução dos ácidos, isto ocorre devido à salificação dos ácidos orgânicos e à respiração celular. Ao mesmo tempo em que se faz uma escolha das uvas sãs e o descarte das uvas de má qualidade, deve-se descartar os cachos de folhas, terra, pós de enxofre, entre outros (HASHIZUME, 2001; GOES, 2005).

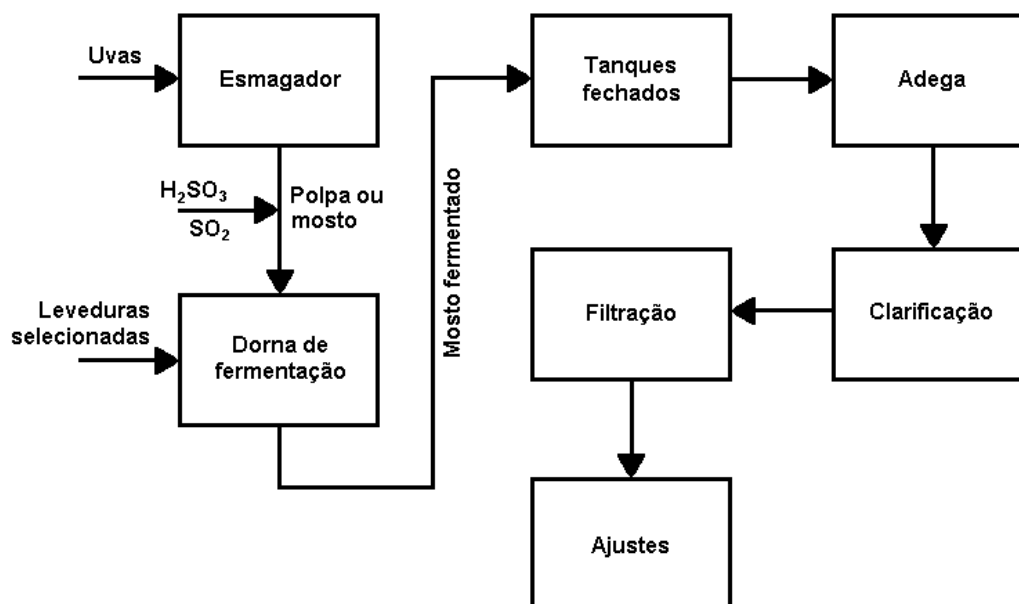
No recebimento das uvas, é importante que as condições higiênicas sejam mantidas adequadas nos tanques de recebimento. No momento da recepção deve-se efetuar um registro de dados relativos ao peso, data, hora, fornecedor, região da colheita, tipo de uva e conteúdo de açúcares. A determinação da concentração de açúcar é feita com auxílio de um refratômetro manual ou densímetro (EMBRAPA, 2006).

2.3.2 Vinificação

A vinificação é o conjunto de operações necessárias para a elaboração de vinhos. Inicialmente é extraído um suco concentrado da uva denominado mosto, que em seguida é transformando em vinho. De um modo geral, a elaboração de vinho segue processos tradicionais com variações

dependendo do tipo de vinho desejado, branco ou tinto, por exemplo. As antocianinas da película das uvas tintas são responsáveis pela coloração vermelha dos vinhos tintos, e por esse motivo a vinificação em tinto é realizada na presença das películas. A película possui também quantidades elevadas de outros compostos fenólicos desejáveis na composição do vinho. No entanto, a extração em excesso desses compostos não é desejável na produção de vinhos brancos, caracterizados por serem vinhos mais leves (HASHIZUME, 2001; CARVALHO, 2007).

O processo de produção de vinho tinto é realizado de acordo com o Fluxograma 1.



Fluxograma 1: Etapas do processo de produção de vinho
Fonte: adaptado de SHREVE, 1997.

- Esmagadura

Nesta etapa, é realizada a separação do bagaço ou engaço, processo denominado por desengace, pois no recipiente de fermentação entra somente o líquido e as sementes, para que a bebida não tenha um sabor desagradável. Então, é retirada a maior quantidade de suco da uva que for possível sem provocar o rompimento das sementes. A principal ação do desengace reside na sua influência sobre a temperatura de fermentação e

sobre a acidez do mosto, pois o engaço proporciona características não desejáveis ao produto final (HASHIZUME, 2001).

- Preparo do mosto

É adicionado ácido sulfuroso (H_2SO_3) ou dióxido de enxofre (SO_2) à polpa ou mosto resultante com o objetivo de ajustar o pH e impedir o crescimento de leveduras indesejáveis ao processo. A utilização de SO_2 também protege o mosto de oxidação (BLASI, 2004).

O período em que a película e a semente permanecem em contato com o mosto é chamado de maceração. Nesse período, ocorre a diluição seletiva e a difusão de compostos da película e da semente para o mosto. A extração destes compostos deve ser eficiente e seletiva, para que sejam extraídas somente as substâncias químicas presentes na uva que transmitam qualidade ao vinho, descartando as substâncias indesejáveis (GUGEL, 2007). Para produzir vinhos com boa intensidade de cor e com aromas frutados, o período de maceração deve ser curto, no máximo 6 dias (HASHIZUME, 2001).

Com o objetivo de corrigir qualquer insuficiência decorrente da maturação da uva utilizada, faz-se a correção do mosto, que permite a obtenção de um vinho de melhor qualidade. Dentre essas correções, efetua-se a adição de sacarose, processo denominado de chaptalização, ou efetua-se a adição de mosto concentrado.

A chaptalização permite elevar o teor alcoólico em 1,0 °GL, adicionando 18 g de açúcar por litro. É um processo que deve ser realizado no início da fermentação alcoólica, antes que a metade do açúcar presente no mosto seja transformada. Se a adição for feita durante a fermentação malolática, a fermentação poderá não ocorrer, pois nesse instante o meio encontra-se pobre em nutrientes para a ação das leveduras (GOES, 2005; HASHIZUME, 2001).

A correção com o mosto concentrado permite corrigir o teor de açúcar, desde que a uva utilizada para produzir o mosto concentrado seja da mesma espécie da uva do mosto a corrigir. Esse processo ocorre sob ação

do calor, concentrando os constituintes orgânicos e minerais (HASHIZUME, 2001).

- Fermentação

A polpa ou mosto é, então, bombeada para um tanque ou dorna de fermentação, onde é introduzida uma cultura selecionada de leveduras. Durante 2 a 3 semanas, as leveduras fermentam o restante do açúcar das uvas em tanques fechados. Neste processo, a temperatura se eleva, de modo que sejam necessárias serpentinas de resfriamento, mantendo a temperatura em, aproximadamente, 29 °C. E como o CO₂ é despreendido pelas reações de fermentação do açúcar, o gás arrasta parte dos engaços e das sementes para a superfície. No final da fermentação, o vinho é bombeado pelo fundo da dorna e retorna à superfície (SHREVE, 1997).

Os vinhos tintos sofrem outra fermentação após a fermentação alcoólica, por influência do calor e de bactérias lácticas, que se chama malolática, em que o ácido málico é convertido em láctico. Além de tornar o vinho mais estável, esse processo contribui para que seu sabor seja mais agradável (CARVALHO, 2007).

Por ser o processo mais importante e complexo da produção de vinhos, os dois processos fermentativos serão tratados mais detalhadamente no item 2.3.

- Adega

O vinho fermentado é, então, armazenado na adega, onde recebe tratamento inicial de clarificação, diminuindo, posteriormente, seu tempo de envelhecimento. Durante tal tratamento, o vinho permanece em repouso por cerca de 6 semanas para remoção de parte da matéria em suspensão (SHREVE, 1997).

- Clarificação

É feita, então, uma etapa de clarificação com alguns componentes, tais como bentonita (material argiloso) ou vermiculita (mineral, elemento filtrante), produtos capazes de coagular e formar flocos com substâncias

protéicas. Assim, arrastam as substâncias que provocam a turbidez e clarificam o vinho (HASHIZUME, 2001).

A bentonita é o material mais comumente utilizado na clarificação de vinhos no Brasil, sendo a mais recomendada a bentonita de reação alcalina, ativada pelo carbonato de sódio. Quando utilizada no início da fermentação promove melhores características ao produto e exerce um controle sobre a oxidação (GOES, 2005; RIZZON *et al.*, 1996).

- Filtração

O vinho pode ser filtrado em amianto, polpa de papel, etc. Mas existem vários processos de filtração baseados em adsorção ou tamisação.

Em vinhos turvos, a filtração realizada baseia-se no princípio de tamisação, pois as partículas que causam turbidez possuem grande dimensão. Para os vinhos pouco turvos, quase límpidos, o princípio utilizado é baseado na adsorção em placas de celulose, capazes de reter pequenas partículas e micro-organismos (HASHIZUME, 2001).

- Ajuste

Na etapa de ajustes do vinho final acabado, pode haver a adição de açúcar e ácidos, e ainda podem ser realizadas as seguintes operações: pasteurização do vinho, agitação para homogeneização, além da etapa de envelhecimento, feita geralmente em tonéis de madeira (carvalho). Algumas das transformações que acontecem no vinho no período de repouso são provenientes das esterificações dos ácidos fixos e voláteis, gerando compostos de aroma agradável. Além disso, pode haver incorporação de componentes solúveis da madeira, através de extração, que interferem no aroma do vinho (SHREVE, 1997).

- Estabilização em barris

O amadurecimento dos vinhos tintos é necessário para diminuir a concentração dos taninos presentes na bebida, que é feito com a finalidade de transformar essas substâncias fortes, adstringentes, em suaves, "aveludados", transmitindo ao vinho resultante, a característica agradável

ao paladar. Esse processo ocorre através da polimerização dos taninos, que se intensifica com a oxigenação ou arejamento do vinho. Esse arejamento é feito transferindo o vinho de um tonel para outro ou com o uso dos barris de carvalho de pequeno volume, geralmente de 225 litros (IURKO, 2008).

Usualmente, a estabilização em barris dura de seis a doze meses (IURKO, 2008). No Brasil, esta prática não é comum, e os vinhos são engarrafados pouco tempo após a fermentação (FEDERICO, 2003).

2.4 Fermentação

2.4.1 Fermentação alcoólica

O termo fermentação vem do latim "fervere", que significa ferver. Foi Pasteur, há pouco mais de um século, quem demonstrou a fermentação alcoólica realizada por microorganismos na ausência de oxigênio. Atualmente, por fermentação alcoólica se entende um conjunto de reações bioquímicas provocadas por leveduras, que atacam fundamentalmente os açúcares da uva (glicose e frutose), transformando-os principalmente em álcool etílico e gás carbônico. Na superfície da casca da uva, existe grande quantidade destas substâncias. O bagaço da uva não é liso; sua epiderme é recoberta por uma matéria cerosa chamada previna, que retém os microorganismos. Na previna, junto às leveduras úteis se encontram diversos outros microorganismos, sendo alguns deles desfavoráveis do ponto de vista técnico, como é o caso da bactéria acética. Atualmente a indústria enológica vai se direcionando cada vez mais para a utilização de fermentos selecionados (leveduras selecionadas) no processo de vinificação (FEDERICO, 2003; RIZZON *et al.*, 2006).

As leveduras mais utilizadas no processo de fermentação alcoólica são espécies do gênero *Saccharomyces* sendo uma das principais a *Saccharomyces cerevisiae*. A fermentação alcoólica ocorre devido ao fato de que as células de levedo produzem a energia que é necessária para os micro-organismos sobreviverem, através de dois fenômenos de degradação da matéria orgânica: a respiração que necessita do oxigênio do ar ou a fermentação que ocorre na ausência de oxigênio do ar. A fermentação

alcoólica corresponde a uma baixa eficiência na produção de energia, ou seja, menos energética que a respiração celular. Assim, a levedura necessita transformar muito açúcar e álcool, para assegurar suas necessidades energéticas. Nessas condições a multiplicação da levedura é pequena; ao contrário, o rendimento da transformação do açúcar em álcool é grande, em relação ao peso da levedura. A composição exata do açúcar foi determinada por Gay-Lussac (HASHIZUME, 2001).

De forma simplificada, podemos representar a equação da fermentação alcoólica como representado na Figura 2:

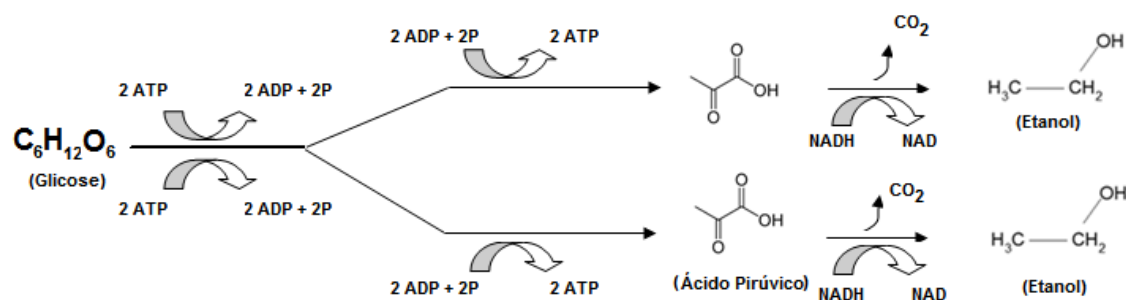


Figura 2 – Equação da fermentação alcoólica.

A fermentação ocorre em cubas de fermentação de inox ou madeira, e é neste momento que o mosto recebe as leveduras selecionadas (BLASI, 2004).

Durante o processo há uma grande liberação de gás carbônico e aumento de temperatura, a qual não pode ultrapassar os $33\text{ }^\circ\text{C}$, o que ocasionaria a morte das leveduras e a interrupção do processo fermentativo, além do comprometimento do aroma e sabor da bebida (RIZZON *et al.*, 2006).

Temperaturas abaixo de 20°C faz com que a fermentação ocorra lentamente, pois as leveduras trabalham com dificuldade e produzem menos álcool devido à baixa atividade enzimática, que precisa de uma temperatura ótima para seu melhor desempenho. Porém, quando a temperatura está acima de 33°C se desenvolvem predominantemente micro-organismos indesejáveis, como a bactéria da azedia, *Acetobacter* (GOES, 2005).

As uvas mais maduras e, portanto, com maior teor de açúcar, passarão por um processo fermentativo mais demorado. Como consequência, produzirão vinho com maior teor alcoólico.

Na produção de Vinhos do Porto, de qualidade reconhecida mundialmente, é comum a interrupção da fermentação em certo estágio do processo e, na sequência, adiciona-se uma aguardente rica em álcool ao vinho; o resultado é um vinho mais doce e com maior teor alcoólico (FEDERICO, 2003).

2.4.2 Fermentação malolática

Muitos vinhos sofrem uma fermentação secundária após a primeira (alcoólica). O ácido málico, presente naturalmente no mosto, entra na célula de *Saccharomyces cerevisiae* por simples difusão, mas como não há um transportador de membrana específico e a atividade da enzima málica é baixa, a levedura não consegue degradar este ácido de forma eficiente. Então, essa fermentação é provocada por bactérias lácticas, como por exemplo, *Leuconostoc oenos*, que transformam o ácido málico (figura 3a) (dicarboxílico) em ácido láctico (monocarboxílico) (figura 3b), de sabor mais aveludado, e em CO₂ (SILVA, 2003).

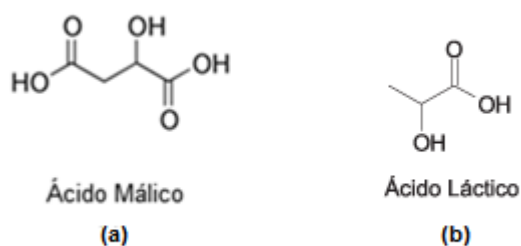


Figura 3 – Estrutura molecular dos ácidos (a) málico e (b) láctico.

Em várias regiões do mundo, por motivos de origem climática, freqüentemente são obtidos vinhos tintos com elevada acidez, que irão desta forma se beneficiar com essa segunda fermentação, que provoca uma redução na acidez total (desacidificação biológica). E ao mesmo tempo proporciona maior estabilidade biológica e favorece o aroma e sabor. Essa

fermentação é normalmente desejável nos vinhos tintos; porém, nem sempre é para os brancos (AVILA, 1997).

Para que ocorra a fermentação malolática é necessário que se coloque o vinho em ambiente de temperatura amena, realizar a trasfega tardia, adicionar moderadamente o SO₂, elevar o pH através da ação de carbonato de cálcio, ou até pode-se adicionar borra de vinho que já tenha sofrido a fermentação malolática (HASHIZUME, 2001).

O metabolismo do ácido málico pode ocorrer de duas maneiras:

a) através de bactérias, que possuem a enzima málica (trans-hidrogenase málica), que transformam o ácido málico em ácido pirúvico e gás carbônico na presença de nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD). Em seguida, o ácido pirúvico é reduzido a ácido láctico pela desidrogenase láctica (LDH);

b) ação de uma trans-hidrogenase málica, presente em *Micrococcus*, que transforma os ácidos málicos e pirúvico em ácidos oxalacéticos e lácticos (HASHIZUME, 2011).

Esta etapa da vinificação foi chamada de fermentação malolática, antes mesmo do mecanismo real ser descoberto. Do ponto de vista bioquímico, a conversão do ácido málico em ácido láctico não é um etapa de fermentação, mas sim um processo de descarboxilação (FUNEL, 1995).

Além da desacidificação biológica, a fermentação malolática favorece a estabilidade dos vinhos impedindo a utilização do ácido málico por outras espécies, pois diversos gêneros de bactérias exercem diferentes efeitos sobre a composição do vinho (CARVALHO, 2007).

2.5 Alterações microbianas em vinhos

Desde o processo de produção e conservação do vinho, a bebida está sujeita às contaminações ou alterações microbianas, podendo afetar a qualidade do produto final. Tais alterações podem apresentar riscos significativos à segurança alimentar e afetam as características organolépticas do produto (OLIVEIRA, 2011).

As alterações microbianas a que o vinho está sujeito podem ser devidas a bactérias, lácticas ou acéticas, ou a leveduras (fungos unicelulares). Essas alterações podem ser observadas através de produção de gás, turvação, odor, entre outros (GOMES, 2009).

Essas alterações dividem-se em duas categorias: aeróbias, àquelas que acontecem na superfície do mosto, exposto ao ar e as anaeróbias, que acontecem no interior do mosto. E para se evitar ao máximo essas contaminações, deve-se utilizar matéria-prima em bom estado sanitário e ao longo do processo de produção, é preciso empregar métodos de sanitização eficientes, com a finalidade de se obter um vinho de boa qualidade (OLIVEIRA, 2011).

2.5.1 Contaminação por bactérias acéticas e lácticas

Durante o processo de envelhecimento em barris de carvalho pode ocorrer contaminação devido à micro-oxigenação, processo na qual as bactérias fermentam o etanol e produzem ácido acético suficiente para dar ao vinho sabor e aroma de vinagre.

As bactérias ácido-lácticas são capazes de metabolizar a sacarose e podem ser encontradas nas uvas intactas. E elas são resistentes a altas temperaturas, pH elevado e baixas concentrações de SO_2 . Sendo assim, o crescimento deste tipo de bactéria nos vinhos é responsável pela deterioração da bebida (OLIVEIRA, 2011).

2.5.2 Contaminação por fungos

A contaminação por fungos nas uvas é um dos mais sérios problemas na vitivinicultura, podendo causar a perda de um parreiral inteiro. Os fungos podem-se proliferar nas uvas colhidas ou através de rolhas contaminadas, transferindo ao vinho os metabolitos produzidos por esses fungos, como as ocratoxinas (OLIVEIRA, 2011).

A ocratoxina A (OTA) foi detectada pela primeira vez em vinhos da Suíça. Desde então, diversas pesquisas foram realizadas visando o estudo sobre a contaminação durante a produção. A principal fonte de OTA (Figura 4, p.

20) nos vinhos é a colonização dos fungos do gênero *Aspergillus* nas uvas durante o cultivo e é transferida para o vinho durante o processo de vinificação (WELKE *et al.*, 2009).

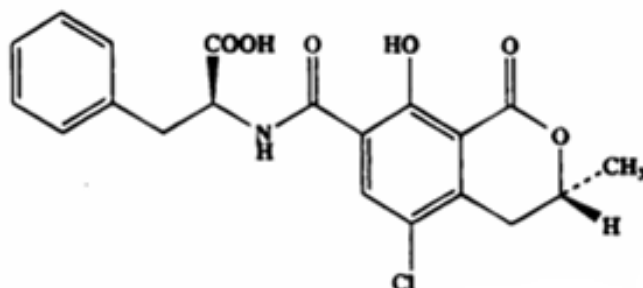


Figura 4 - Estrutura molecular da ocratoxina A.

Fonte: <http://www.gendiaq.com.br/>

Diversos estudos com animais demonstraram que a OTA possui efeitos carcinogênicos, mutagênicos, neurotóxicos, dentre outros. E devido a esses efeitos, a Agência Internacional de Pesquisa sobre o Câncer (IARC) classificou a toxina no grupo 2B, ou seja, como possivelmente carcinogênica para humanos (WELKE *et al.*, 2009).

2.6 Composição Química do Vinho

O estudo da composição química do vinho inicia-se através da análise da composição química dos diferentes tipos de uvas utilizadas na fabricação dos diferentes tipos de vinho.

De um modo geral, os vinhos são constituídos de água, alcoóis, açúcares, ácidos orgânicos, proteínas e seus produtos de constituição, polifenóis, pigmentos, sais, vitaminas e os aditivos que são adicionados no processo de produção (DAVID, 2007).

2.6.1 Açúcares

O teor de açúcares é um parâmetro importante da uva. A concentração de açúcares de um vinho depende da concentração de açúcares no fruto, do tempo de maturação, clima e do solo. O açúcar presente na uva é basicamente *D*-glicose (figura 5a, p. 21) e *D*-frutose (Figura 5b, p. 21), em

que a relação glicose/frutose é aproximadamente de 0,95. Podem-se encontrar traços de outros açúcares como: rafinose, estaquiase, melibiose, maltose, galactose, entretanto, sem grande importância para o estudo.

As hexoses presentes no vinho são fermentáveis, ou seja, podem-se transformar em álcool pela ação de leveduras. Já as pentoses não são fermentáveis.

As uvas cultivadas no Brasil apresentam baixa concentração em açúcares redutores, cerca de 120 a 180 g/L. Para corrigir essa baixa concentração, faz-se um correção do mosto adicionando sacarose (figura 5c) para obter uma graduação alcoólica desejada para o vinho. Em vinhos tintos, a glicose também é proveniente da hidrólise de certos glicosídeos durante a conservação (HASHIZUME, 2001).

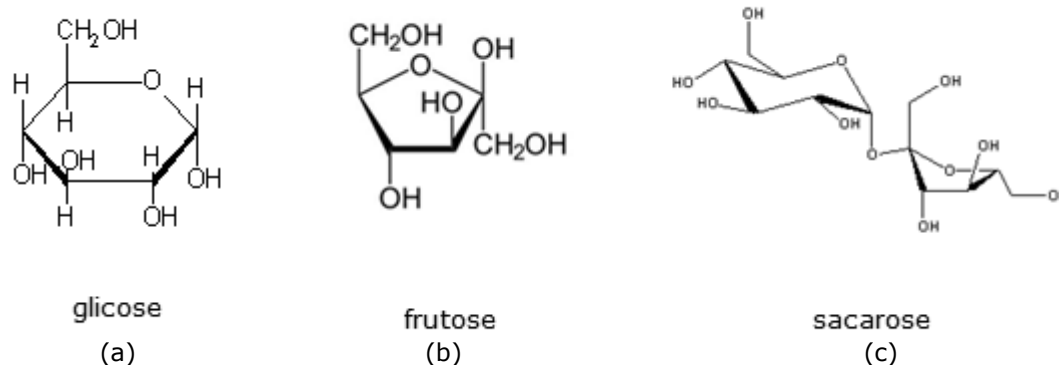


Figura 5 - Estruturas moleculares dos açúcares: (a) glicose, (b) frutose e (c) sacarose.

A uva contém uma pequena quantidade de açúcares não fermentáveis, cerca de 0,01 g/L, que são as pentoses. Devido à presença desses açúcares, o teor de açúcares redutores em vinho jamais será igual a zero (BLASI, 2004).

2.6.2 Alcoóis

Após a água, o constituinte mais importante do vinho é o álcool etílico (Figura 6a, p. 22), que representa cerca de 85 a 90%. Considerando que o grau alcoólico dos vinhos varia entre 9 °GL a 15 °GL, o álcool etílico representa de 72 a 120 g/L, sendo que desse total, 0,5% corresponde aos

outros alcoóis, como o metílico, isobutílico, isoamílico, hexílico, feniletílico, entre outros (BLASI, 2004).

O glicerol (Figura 6b), um álcool com três hidroxilas, também está presente no vinho, na proporção de 5 a 10 g/L. Sua presença contribui para a maciez do vinho (HASHIZUME, 2001).

O metanol (Figura 6c), também presente, é proveniente da hidrólise da pectina (Figura 7) e seu teor varia de 0 a 635 mg/L, com média de 100 mg/L. A adição de enzima pectinolítica ao mosto é um dos fatores que aumenta a concentração de metanol (HASHIZUME, 2001). Os limites máximos tolerados para o metanol, em bebidas, são fixados pela legislação brasileira em 0,35g/L (BRASIL, 1988).

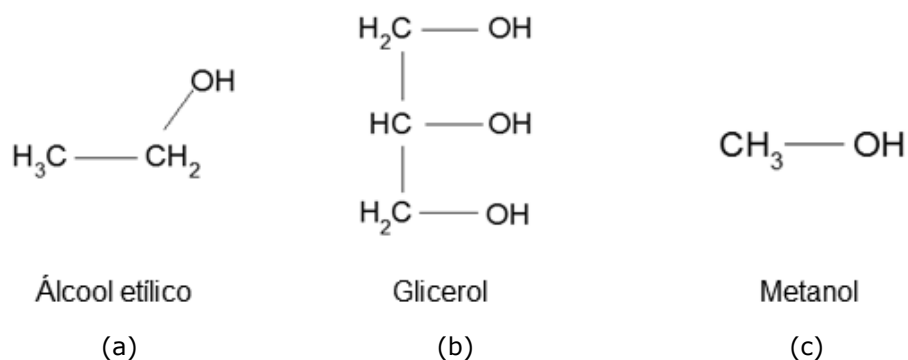


Figura 6 - Estruturas moleculares dos alcoóis: (a) etílico, (b) glicerol e (c) metanol.

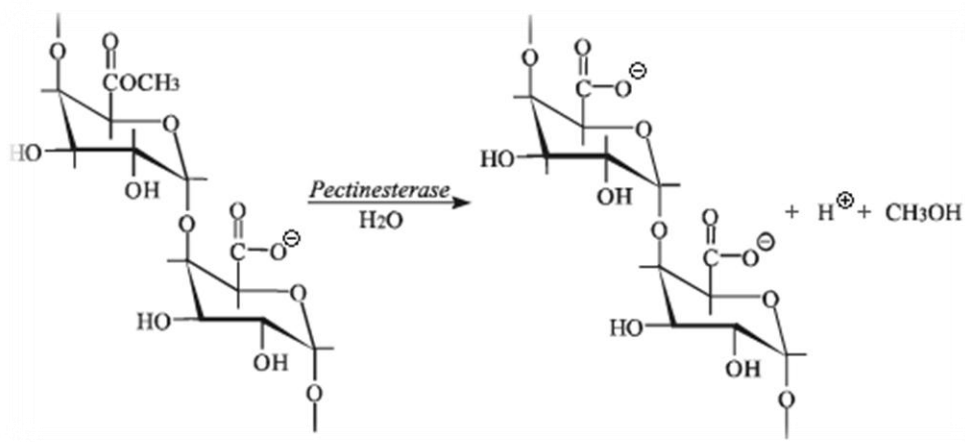


Figura 7 - Hidrólise da pectina.

Fonte: FATIBELLO-FILHO (2002).

O grau alcoólico de um vinho é determinado pela relação entre o volume de álcool contido nesse vinho, a 20°C, e o volume total do vinho (%vol.). Esse dado é de grande importância e deve ser conhecido, devendo estar nos rótulos das garrafas de vinho (BLASI, 2004). Segundo a legislação brasileira, estipulou-se que o mínimo de álcool no vinho deve ser de 7° GL, sendo assim, 55,6 g/L de álcool etílico (BRASIL, 1988).

2.6.3 Ácidos Orgânicos

Os ácidos orgânicos presentes em vinhos podem ser de origem da própria uva ou do processo de fermentação. Os ácidos *D*-tartárico, *L*-málico e *L*-cítrico (Figura 7) são provenientes da uva, já os ácidos succínico, láctico e acético (Figura 9) são produzidos durante a fermentação. Além desses ácidos orgânicos citados, existem outros em menores quantidades, como o galacturônico, glucurônico, pirúvico, entre outros (HASHIZUME, 2001).

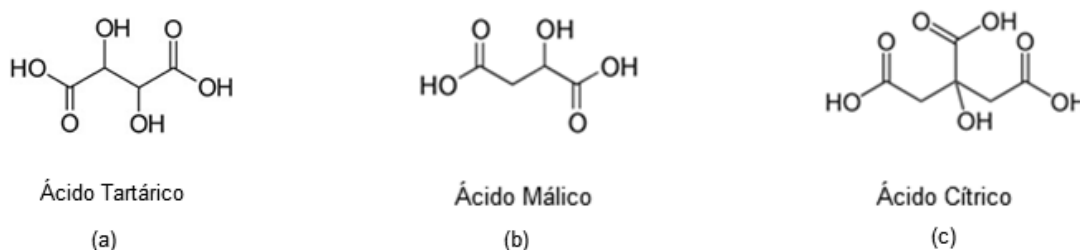


Figura 8 - Estruturas moleculares dos ácidos: (a) tartárico, (b) málico e (c) cítrico.

A concentração de ácido tartárico (Figura 8a) no vinho situa-se em torno de 2 e 5g/L, representando cerca da quarta parte dos ácidos em vinhos. É o ácido mais forte e o mais resistente à ação decompositora de bactérias, dentre os presentes na bebida (BLASI, 2004).

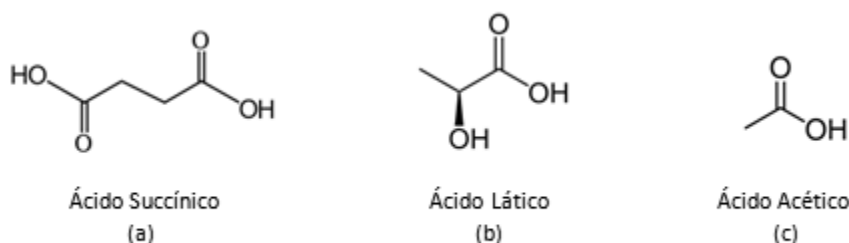


Figura 9 - Estruturas moleculares dos ácidos: (a) succínico, (b) láctico e (c) acético.

O ácido acético é o principal componente determinante da acidez volátil do vinho, pois durante a destilação do vinho, o ácido acético é volatilizado, o

que não acontece com os ácidos fixos: málico, tartárico, láctico e succínico. Sua concentração na bebida é, aproximadamente, 0,48 g/L (BLASI, 2004).

2.6.4 Sais

Pode-se encontrar cerca de 2 a 4 g/L de sais orgânicos e minerais em vinhos. Dentre os principais constituintes dos sais, encontram-se os fosfatos, sulfatos, cloretos, sulfito, tartarato, malato, lactato, potássio; sais de magnésio, cálcio, ferro, alumínio e cobre, geralmente associados ao ânion fosfato, PO_4^{3-} (Figura 10) (HASHIZUME, 2001).

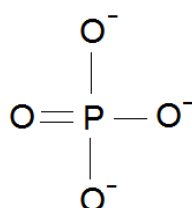


Figura 10 - Estrutura molecular do ânion fosfato.

2.6.5 Fenóis

Os compostos fenólicos englobam diversas substâncias com características estruturais químicas heterogêneas. Mas apresenta em comum um anel aromático com um ou mais grupos de hidroxila como substituintes. Estes compostos são encontrados em elevadas concentrações na película dos frutos, sendo liberados durante o processamento da uva (MARASCHIN, 2003).

Os compostos fenólicos conferem ao vinho a coloração e o sabor. O sabor dos vinhos tinto e branco é diferenciado pela presença destes compostos. Em vinhos tintos, a concentração é maior. Além destas características, os fenóis possuem propriedades coagulantes de proteínas (HASHIZUME, 2001).

Estudos comprovaram as propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos presentes em produtos derivados da uva, especialmente o vinho tinto. E por apresentarem uma grande diversidade, são subdivididos em dois grandes grupos, devido à similaridade de suas cadeias de átomos de carbono: não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos, dentre eles, o

resveratrol) e flavonóides incluindo, dentre outras, substâncias como antocianinas (Figura 11) e catequinas (Figura 12) (VACCARI, 2009).

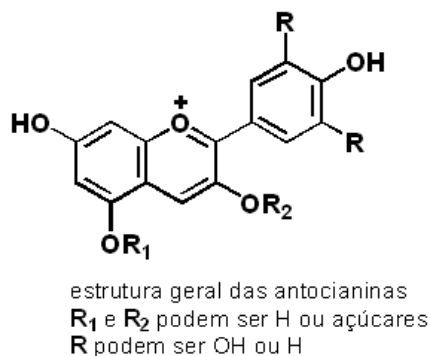


Figura 11 - Estrutura geral das antocianinas.

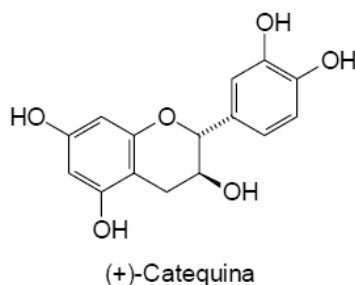
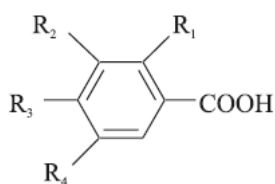


Figura 12 - Estrutura da Catequina, principal tanino encontrado nas uvas.

Os não-flavonóides correspondem aos compostos fenólicos mais simples, tais como os ácidos benzóicos *p*-hidroxibenzóico, protocatequínico, vanílico, gálico e sirínico (Figura 12); e ácidos cinâmicos, *p*-cumárico, caféico e ferúlicos e outros derivados fenólicos de grande importância como os estilbenos, destacando-se o resveratrol (VACCARI, 2009).



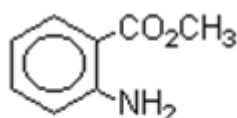
Ácido *p*-hidroxibenzóico: $R_1 = R_2 = R_4 = H$; $R_3 = OH$
 Ácido protocatequínico: $R_1 = R_4 = H$; $R_2 = R_3 = OH$
 Ácido vanílico: $R_1 = R_4 = H$; $R_2 = OCH_3$; $R_3 = OH$
 Ácido gálico: $R_1 = H$; $R_2 = R_3 = R_4 = OH$
 Ácido sirínico: $R_1 = H$; $R_2 = R_4 = OCH_3$; $R_3 = OH$

Figura 13 - Estrutura dos compostos fenólicos não-flavonóides presentes em vinhos.

Os flavonóides englobam um numeroso grupo de pigmentos e são os principais responsáveis pelas cores e tons de azul, vermelho e amarelo em flores, frutos e folhas de diferentes espécies vegetais (VACCARI, 2009).

2.6.6 Ésteres

Os ésteres são normalmente formados durante a fermentação pelas leveduras e bactérias, e também durante o envelhecimento. A uva não apresenta concentração elevada de ésteres, exceto de antranilato de metila (Figura 14) na uva Concord e alguma variedades de *Vitis labrusca* (HASHIZUME, 2001).



Antranilato de Metila

Figura 14 - Estrutura do éster antranilato de metila.

Na constituição da bebida já foram caracterizados centenas de ésteres que em diminutas quantidades contribuem para o seu sabor e odor. No entanto, o cheiro do vinho pode ser produzido pela síntese do decanoato de etila (figura 15), sendo este um éster de baixo peso molecular (RIZZON, 1996).

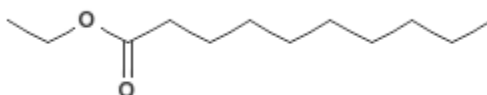


Figura 15 - Estrutura do éster decanoato de etila.

2.6.7 Substâncias Nitrogenadas

As substâncias nitrogenadas possuem pouca importância no sabor do vinho, mas são importantes como substâncias nutritivas às leveduras e bactérias. Dentre as substâncias nitrogenadas presentes no vinho, encontram-se as proteínas, os oligopeptídios e os aminoácidos.

Os aminoácidos representam a mais importante forma de compostos nitrogenados nos vinhos. Devido ao seu caráter polifuncional, os aminoácidos possuem uma grande reatividade química com respeito a

compostos carbonilados, principalmente com açúcares, de acordo com a reação de Maillard. Esta reação produz compostos α -dicarbonílicos, que são comumente encontrados nos vinhos após a fermentação alcoólica e malolática. Nos vinhos, estes compostos estão em equilíbrio de oxiredução, isto é, com suas formas α -hidróxicetonas e α -dióis (HASHIZUME, 2001).

Dentro os aminoácidos favoráveis ao odor do vinho, encontra-se a leucina, que fornece ao vinho aroma frutal (GUGEL, 2007).

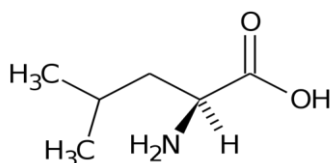


Figura 16 – Estrutura molecular da leucina.

2.6.8 Vitaminas

Algumas vitaminas encontradas no vinho são: riboflavina, cobalamina, biotina, ácido pantotênico, niacina, tiamina e o ácido ascórbico, entre outras. A concentração de vitaminas no vinho é baixa e por isso contribui pouco para a dieta alimentar (HASHIZUME, 2001; PENNA, 2004). Nas Figuras 15 e 16 encontram-se as estruturas moleculares das principais vitaminas presentes no vinho.

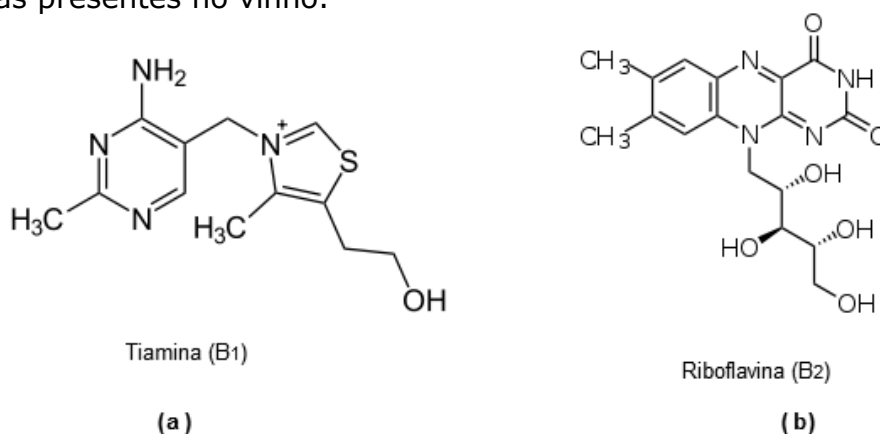


Figura 17 - Estrutura molecular da (a) vitamina B₁ e da (b) vitamina B₂.

Fonte: <http://dererummundi.blogspot.com.br/2012/03/vitamina-um-nome-centenario-ii.html>

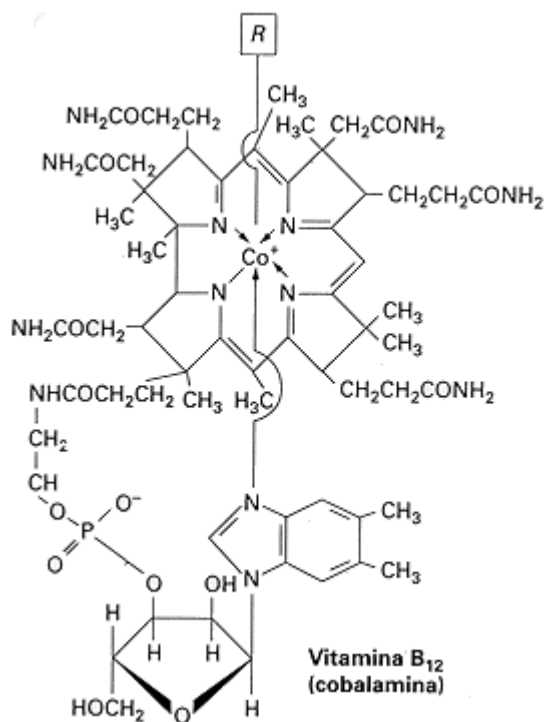


Figura 18 - Estrutura molecular da vitamina B₁₂.

Fonte: <http://ar.geocities.com/codexdevitaminas/>

2.6.9 Dióxido de Enxofre

A utilização do SO₂ é indispensável durante a elaboração do vinho. Como ele apresenta caráter redutor, atua sobre os micro-organismos que se desenvolvem no vinho. Dessa forma, age como elemento seletivo dos micro-organismos. Até o momento, não existe substituinte eficaz capaz de exercer a mesma função do SO₂ (HASHIZUME, 2001).

Além das propriedades antimicrobianas, o dióxido de enxofre é efetivo inibidor da reação de escurecimento não enzimático, pois age como antioxidante, evitando que o oxigênio altere as características de frescor e frutado dos vinhos. O mecanismo desta inibição provavelmente envolve a interação do sulfito com grupos carbonílicos ativos, impedindo a formação de pigmentos escuros (ARAÚJO, 2008). Também bloqueia a ação das enzimas que apodrecem os cachos, turvando os mostos e a bebida, e possui ação reguladora da temperatura, já que modera a velocidade de fermentação não permitindo sua elevação (BLASI, 2004).

2.6.10 Aldeídos e Cetonas

As principais cetonas encontradas são: acetona, acetoína, diacetil e butilolactona. A elevada concentração de diacetil é indesejável, não podendo ultrapassar o valor de 4 mg/L. A acetona (Figura 19) é encontrada na faixa de 3,0 a 31,8 mg/L.

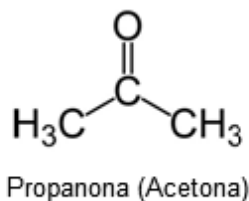


Figura 19 - Estrutura molecular da acetona.

O teor de acetaldeído (Figura 20) indica o grau de aeração a que foi submetido o vinho. Em vinhos brancos, normalmente a concentração é de 100 mg/L, enquanto em vinhos tintos o valor é de 50 mg/L (HASHIZUME, 2001).

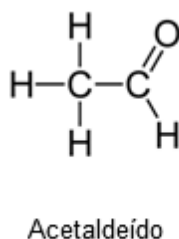


Figura 20 - Estrutura molecular do acetaldeído.

2.7 Compostos com propriedades funcionais e seus benefícios à saúde

2.7.1 Flavonóides

Os Flavonóides são um dos maiores grupos de metabólitos secundários presentes nas plantas e são bastante importantes na defesa das mesmas. Agem como fitoalexinas (capazes de proteger o vegetal contra micro-organismos), contra o estresse, como por exemplo, causado por elevada radiação UV-B, infecção por micro-organismo ou ataque de herbívoros. Nesses casos, a concentração de flavonóides aumenta consideravelmente (PRESTA, 2008).

A estrutura química dos flavonóides favorece sua ação antioxidante. Os hidrogênios dos grupos hidroxilas adjacentes (orto-difenóis) (Figura 19), localizados em várias posições dos anéis A, B e C, as duplas ligações dos anéis benzênicos e a dupla ligação da função oxo (-C=O) de algumas moléculas de flavonóides fornecem a esses compostos elevado poder antioxidante. E como são extremamente sensíveis à oxidação, tanto enzimática quanto não enzimática, é necessário manter suas propriedades evitando esta reação. Para isso, o tecido das frutas deve estar livre de lesão e os produtos manufaturados devem ser armazenados ao abrigo da luz (MAMEDE, 2004).

Os flavonóides mostram atividades antioxidantes que interferem com sistemas produtores de radicais livres e agem como capturadores destes. Sendo assim, são utilizados na prevenção de câncer, arteriosclerose e doenças coronárias. As melhores fontes de flavonóides na dieta ocidental são cebola, chás e vinho enquanto que no oriente são alimentos à base de soja e outros vegetais (PRESTA, 2008).

No vinho e nas uvas os principais flavonóides encontrados são as antocianinas e os taninos. As antocianinas (Figura 19) são responsáveis pela pigmentação em tom de vermelho, rosa e violeta que se encontra nas cascas das uvas (GUGEL, 2007).

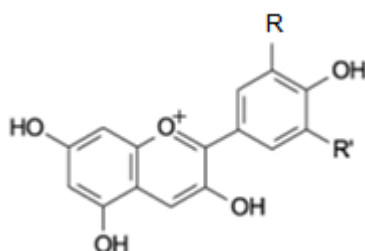


Figura 21 - Estrutura geral das antocianinas.

Na Tabela 1 encontram-se os grupos substituintes representados por R e R' das antocianinas (Figura 19), com seus respectivos nomes.

Tabela 1 – Tipos de antocianinas encontradas no vinho e nas uvas, e seus respectivos grupos substituintes.

Tipo de Antocianina	R	R'
Cianidina	OH	H
Delfinidina	OH	OH
Paeonidina	O-CH ₃	H
Petunidina	O-CH ₃	OH
Malvidina	O-CH ₃	O-CH ₃

Fonte: Adaptado de GUGEL (2007).

A malvidina é a mais estável, pois é a mais resistente à degradação oxidativa, enquanto a cianidina é a primeira a ser formada na rota bioquímica de formação das antocianinas e a que sofre maior degradação (GUGEL, 2007).

Os taninos presentes, tanto na uva quanto no vinho, são oriundos da reação polimérica de moléculas elementares de fenóis, formando estruturas estáveis, e podem ser naturais ou não. Sua estrutura geral está representada na Figura 22.

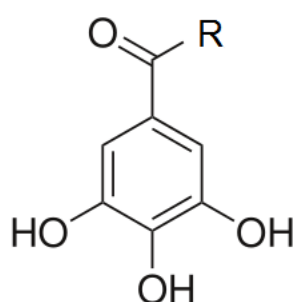


Figura 22 - Estrutura geral dos taninos.

Os taninos considerados naturais são chamados de condensados, que são polímeros de catequina. Enquanto os taninos não naturais são chamados de hidrolisáveis, obtidos durante a estabilização do vinho em barris de madeira através da reação de hidrólise ácida de ésteres dos ácidos fenólicos (MARASCHIN, 2003).

2.7.2 Resveratrol

Para se elaborar vinhos de boa qualidade, sabe-se que a videira deve sintetizar e armazenar substâncias químicas naturais específicas. Isso ocorre quando a videira é submetida a um regime adequado de exposição ao sol e temperatura diurnas e noturnas. Combinando-se esses fatores, a planta sintetiza uma variedade de compostos químicos naturais que são armazenados nas bagas, dentre eles, o resveratrol (Figura 23) (DAVID, 2007).

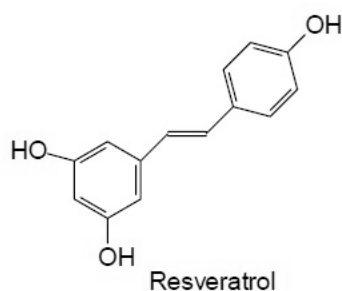


Figura 23 - Estrutura molecular do resveratrol.

O resveratrol (3,5,4'-trihidroxiestilbeno) passou a despertar interesse nos pesquisadores desde o início de 1995 quando uma equipe da Universidade de Illinois, nos Estados Unidos, atribuiu a essa substância efeitos muito favoráveis à saúde. Eles identificaram uma forte ação anticancerígena e preventiva de doenças cardiocirculatórias, decorrente de sua potente ação antioxidante. Também já foi demonstrado a capacidade dessa substância em ocasionar a morte programada de células cancerígenas. Na prevenção de doenças cardiocirculatórias foi demonstrado que elas são uma barreira à formação de placas de gorduras nas artérias e à agregação das plaquetas, evitando deste modo a trombose e a oclusão abrupta de um vaso sanguíneo. E outros estudos têm levantado a possibilidade de que o resveratrol pode agir na prevenção de isquemia cerebral (BAUR, 2006; SOUZA FILHO, 2010).

Outro parâmetro avaliado foi sua ação antimicrobiana. Em um estudo realizado por pesquisadores da Universidade da Beira Interior em Portugal, o resveratrol inibiu o crescimento de bactérias gram-positivas e da

Helicobacter pilory, inibindo também a produção da urease que esse micro-organismo produz (PAULO *et al.*, 2010).

O resveratrol existe nas formas isômeras *cis* e *trans* (Figura 24), ocorrendo naturalmente assim como seus respectivos glicosídeos. *In vitro*, a forma *trans* é mais estável termicamente enquanto que a forma *cis* é bastante instável, isomerizando facilmente à forma *trans*. Soluções padrões de *trans*-resveratrol também demonstraram foto-isomerização e quando estas soluções são expostas à luz natural, a proporção dos estereoisômeros é alterada, uma vez que a quantidade de *cis*-resveratrol aumenta. A mesma reação acontece quando a substância é exposta a luz ultravioleta. Quanto maior a quantidade de irradiação, maior a concentração de *cis*-resveratrol que será formada (PRESTA, 2008).

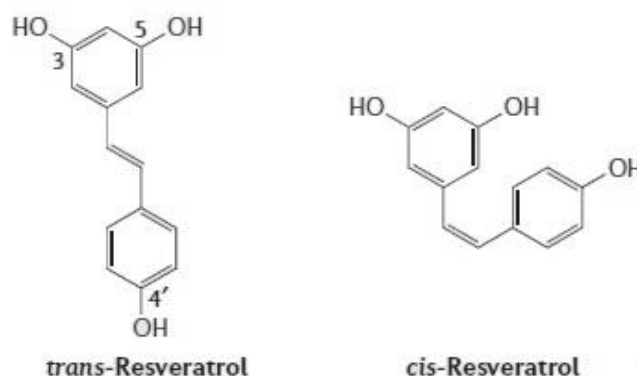


Figura 24 - Estrutura química dos isômeros *trans* e *cis*-resveratrol.

As técnicas de vinificação podem influenciar na quantidade de resveratrol nos vinhos, principalmente quando se determina o tempo e temperatura de fermentação, o tempo de contato com a casca, a força do fermento (bactéria) utilizado, o envelhecimento em barril e o uso de processos de clarificação do vinho (PRESTA, 2008). E vinho tinto contém maior quantidade de resveratrol do que o vinho branco, pois na produção do vinho tinto as uvas são colocadas para fermentar com a pele, sementes e talos, enquanto, na produção dos outros vinhos, utiliza-se somente o suco da uva. (DAVID, 2007).

As fontes mais abundantes de resveratrol são as uvas *V. vinifera*, *V. labrusca* e *V. muscadine* que são usadas na fabricação de vinhos tintos. É encontrado nas videiras, nas raízes, sementes e talos, mas a concentração

maior está na casca das uvas, que contém entre 50 a 100 µg/g (DAVID, 2007).

Uma pesquisa realizada por Souto *et al.* (2001) analisou 36 tipos de vinhos brasileiros, e as concentrações de resveratrol variaram de 0,82 a 5,75 mg/L, com um valor médio de 2,57 mg/L. Este valor médio é quase o dobro dos valores encontrados em vinhos do mesmo tipo importados de países, como Portugal (1,00 mg/L), Chile/Argentina (1,21 mg/L), Grécia (0,873 mg/L) e Estados Unidos (0,132 mg/L).

Justifica-se este fato devido à alta umidade dos solos da Serra Gaúcha, que favorece a proliferação de fungos. E o resveratrol é produzido pela planta como forma de defesa contra a ação dos fungos (PENNA, 2004).

Alguns testes realizados por dois pesquisadores, David Sinclair e Leroy Creasy, mostraram que o resveratrol não proporciona nenhuma atividade biológica significativa quando está presente em suplementos dietéticos, incluindo tabletes, cápsulas ou extratos fluidos de ervas, quando comparado com o vinho tinto. Sinclair e Leroy justificaram seus resultados encontrados observando que a encapsulação não reproduz o ambiente hermético encontrado na garrafa de vinho, que preserva o resveratrol (DAVID, 2007).

3. CONCLUSÕES

Mesmo sem uma data precisa para sua descoberta, sabe-se que o vinho já era uma bebida consumida por civilizações antigas, como gregos e romanos, que já se beneficiavam do efeito terapêutico do vinho.

Com este trabalho pode-se concluir que o vinho representa uma bebida de grande importância mundial. Seus benefícios à saúde e a tecnologia de produção da bebida atraem pesquisadores de todo o mundo, com o objetivo de melhorar as etapas de produção, a colheita adequada da uva e avaliar o mecanismo de ação dos compostos funcionais na saúde humana.

Diversas substâncias podem ser encontradas na bebida, e por isso se tornam objeto de estudo por cientistas. Dentre elas, o resveratrol e a antocianina, substâncias naturais encontradas nas uvas, são responsáveis pelo efeito terapêutico que o consumo de vinho moderado pode trazer à saúde.

E mesmo sendo um assunto abordado em diferentes trabalhos encontrados pelo o mundo, há ainda muitos estudos importantes que podem ser desenvolvidos com o intuito de conhecer o real mecanismo de ação do resveratrol, substância antioxidante, capaz de evitar e prevenir muitas doenças. E ainda não se sabe se há riscos decorrentes ao excesso de resveratrol no organismo.

Possíveis estudos referentes ao teor de resveratrol em amostras de vinhos de uma região podem ser realizados no futuro, em um local adequado com equipamentos e instrumentação necessários para tal análise.

E durante a realização desse trabalho, foi possível relacionar disciplinas ministradas durante a graduação que motivou o objeto de estudo, como Microbiologia, Química e Bioquímica de Alimentos e Processos Tecnológicos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos – Teoria e Prática**. 4. ed. Viçosa: Editora UFV, 2008.

AVILA, L. D.; DAUDT, C. E. Indução da fermentação maloláctica em vinho tinto com a cultura láctica *viniflora oenos*. **Cienc. Rural**. Santa Maria, v. 27, n. 2, Junho de 1997. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84781997000200026&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 15/08/2011.

BAUR, J. A.; SINCLAIR, D. A. Therapeutic potential of Resveratrol: the *in vivo* evidence. **Nature Reviews: Drug Discovery**. Boston, V. 5, Junho de 2006.

BLASI, T. C. **Análise do Consumo e Constituintes Químicos de Vinhos Produzidos na Quarta Colônia de Imigração Italiana do Rio Grande do Sul e Sua Relação com as Frações Sanguíneas**. Santa Maria, RS: UFSM. 2004. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

BRASIL. Lei Nº 10.970 de 12 novembro de 2004. Altera dispositivos da Lei nº 7.678 de 8 novembro de 1988. A produção, circulação e comercialização do vinho e derivados da uva e do vinho. **Diário Oficial da União**. Brasília, 16 nov. 2004. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/legislacao_lei10970.htm> Acesso em: 21/08/2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Portaria Nº 229**, 25 de outubro de 1988. Aprova a complementação dos padrões de identidade e qualidade para o vinho, referidos no decreto Nº 73.267 de 06/12/1973. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/legislacao_portaria229.htm>. Acesso em: 21/08/2011.

CARVALHO, A. C. **Análise de processos de microvinificação da cultivar Cabernet Sauvignon por cromatografia líquida de alta eficiência, espectroscopia na região do infravermelho (FT-IR) e quimiometria**.

Curitiba, PR: UFPR. 2007. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas). Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Setor de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Paraná, 2007.

COBRA, R. Q. **Uvas mais cultivadas no Chile, Brasil e Argentina**. Brasília, 2008. Texto disponível em: <www.cobra.pages.nom.br>. Acesso: 21/10/2010

DAVID, J. M. P. et al. Resveratrol: Ações e benefícios à saúde humana. **Revista Diálogos & Ciência, FTC**. Salvador, Ano V, n. 10, Maio de 2007.

EMBRAPA. **Sistema de Produção de Vinho Tinto**. Sistemas de Produção, 12, ISSN 1678-8761, Versão Eletrônica. Agosto de 2006. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/VinhoTinto/index.htm>> Acesso em: 21/08/2010.

FATIBELLO-FILHO, Orlando; VIEIRA, Iolanda da Cruz. Uso analítico de tecidos e de extratos brutos vegetais como fonte enzimática. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 25, n. 3, Maio 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422002000300019&lng=en&nr_m=iso . Acesso em: 05/11/2012.

FEDERICO, E. **Curso avançado de vinhos**. 2003. Disponível em: < http://winexperts.terra.com.br/arquivos/cursoavancado_01.asp>. Acesso em: 23/03/2011.

FUNEL, A. L. Microbiology of the malolactic fermentation: Molecular aspects. **FEMS Microbiology Letter**. Talence Cedex, France. 126 (1995) 209-214

GOES, F.J. **Desenvolvimento e otimização do processo fermentativo para a produção de vinho branco a partir da uva Itália**. São Carlos, SP: UFSCar. 2005. 158 p. Tese (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP. 2005. Disponível em:< <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/cp069907.pdf>> Acesso em: 21/08/2010.

GOMES, M. C. R. S. **Doenças e contaminações microbianas dos vinhos**. DRAPCentro, 2009. Disponível em: < <http://www.drapc.min-agricultura.pt/home.php> > Acesso em: 19/04/2012.

GUERRA, C. C. *et. al.* **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. Série Documentos, 48. Bento Gonçalves, RS: Embrapa Uva e Vinho, 69 p. 2009. Disponível em: < <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/documentos/doc048.pdf> > Acesso em: 23/03/2011

GUGEL, G. M. **Perfis Analítico e Sensorial de Vinhos Finos Varietais Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) de Uvas Provenientes de Cinco Regiões Vitivinícolas do Estado do Rio Grande do Sul**. Bento Gonçalves, RS: CEFET-BG. 2007. 100 p. Monografia (Tecnólogo em Viticultura e Enologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2007.

HASHIZUME, T. Tecnologia do Vinho. In: AQUARONE, E. *et al.* **Biotecnologia Industrial: biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Editora Edgard Blücher, v. 4, p. 21-68, 2001.

IBRAVIN. **Demonstrativo da Elaboração de Vinhos e Derivados de 2004 até 2010 (RS)**. Bento Gonçalves, RS: 2010. Disponível em: < <http://www.ibravin.org.br/index.php> >. Acesso em: 20/07/2011.

IURKO, P. M. *et. al.* Caracterização dos vinhos em tinto, branco e rosado, destacando seus componentes, principalmente, o Resveratrol. In: SEMANA DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 6., 2008. Ponta Grossa, PR. V. 02, n. 40, 2008. Disponível em: < <http://www.pg.utfpr.edu.br/setal/docs/artigos/2008/a1/005.pdf> > Acesso em: 23/03/2011.

JOHNSON, H. **A história do Vinho**. São Paulo: Companhia das Letras, 2001. 526 p.

MACHADO, R. M. D.; TOLEDO, M. C. F. Sulfitos em Alimentos. Braz. J. **Food Technol.**, v. 9, n. 4, p. 265-275, out./dez. 2006

MAMEDE, M.E.; PASTORE, G.M. Compostos Fenólicos do Vinho: Estrutura e Ação Antioxidante. **B CEPPA**, Curitiba, v. 22, n. 2, Julho/Dezembro de 2004.

MARASCHIN, R. P. **Caracterização química de vinhos Carbenet Sauvignon produzidos na Serra Gaúcha**. Florianópolis, SC: UFSC. 2003. 130 p. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

MORETTO, E. et al. **Vinhos e Vinagres (Processamento e Análises)**. Florianópolis: UFSC, 1988. 168 p.

OLIVEIRA, E. A. **Identificação do risco de contaminação microbiológica em vinhos produzidos no Vale do São Francisco**. Petrolina, PE. 2011. 36 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Tecnologia em Alimentos de Origem Vegetal). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano. Petrolina, 2011.

OIV. **State of the Vitiviculture World market OIV report**. 2011. Disponível: <<http://www.oiv.int/uk/accueil/index.php>> Acesso em: 20/07/2011.

PAULO, L. *et al.* Antimicrobial activity and effects of resveratrol on human pathogenic bacteria. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, 2010, 26 (8), 1533-1538.

PENNA, N. G.; HECKTHEUER, L. H. R. Vinho e Saúde: Uma Revisão. **Infarma**, Santa Maria, v. 16, n. 1-2, Jan/Fev. de 2004. Disponível em: <http://www.cff.org.br/sistemas/geral/revista/pdf/82/i04-infarma_004.pdf>. Acesso em: 23/03/2011.

PRESTA, M. A. **Determinação de Flavonóides e Resveratrol em Vinhos Empregando Cromatografia de Fluxo Turbulento-LC-MS**. Santa Maria, RS: UFSM. 2008. 107 p. Tese (Doutorado em Química). Programa de Pós-Graduação em Química, Área de Concentração em Química Analítica da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

RIZZON, L. A. *et al.* **Como elaborar vinho de qualidade na pequena propriedade**. 3. ed. Bento Gonçalves: EMBRAPA-CNPUV, 1996.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Efeito da safra vitícola na composição da uva, do mosto e do vinho Isabel da Serra Gaúcha, Brasil. **Cienc. Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 3, Junho de 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000300036&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 21/10/2010.

SAUTTER, Cláudia K. *et al.* Determinação de Resveratrol em Sucos de Uva produzidos no Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 3, Sept. 2005.

SHREVE, R. N., BRINK JR. J. A. **Indústria de processos químicos**. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan S.A. 1997.

SILVA, G.A. da.; MARATORE, L. Influência da fermentação maloláctica espontânea sobre a evolução da acidez volátil em vinhos Cabernet Sauvignon. **SINAFERM**. Florianópolis, SC. 05 a 08 ago 2003.

SOUZA FILHO, J. M. **Resveratrol em Vinhos Brasileiros**. Bento Gonçalves, RS. 2010. Disponível em: <<http://www.vinhosnet.com.br/paginas.php?codigo=120>> Data de acesso: 16/08/2011.

SOUSA NETO, J. A. **7º Curso de extensão à iniciação ao vinho**. Centro extensão do Instituto Ciência Biológica e Associação Médica de Minas Gerais, 1988. 58 p.

SOUTO, A. *et. al.* Determination of trans-Resveratrol Concentrations in Brazilian Red Wines by HPLC. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 441-445, 2001.

TORRES, A. G. **Avaliação de Compostos Fenólicos em Vinhos Tintos Brasileiros Cabernet Sauvignon, Carbernet Franc e Merlot**. Belo Horizonte, MG. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos). Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

UVIBRA. Produção de Uvas: safras 2008 a 2010. Bento Gonçalves, RS: 2010. Disponível em: <http://www.uvibra.com.br/dados_estatisticos.htm> Acesso em: 20/07/2011.

VACCARI, N.F. de S. Compostos fenólicos em vinhos e seus efeitos antioxidantes na prevenção de doenças. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v. 8, n. 1, p. 71-83, 2009.

WELKE, et al. Aspectos relacionados à presença de fungos toxigênicos em uvas e ocratoxina A em vinhos. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2567-2575, Nov. 2009. Disponível em: < www.scielo.br/pdf/cr/v39n8/a345cr1192.pdf> Acesso em: 19/04/2012.

WINE INSTITUTE. **Per Capita Wine Consumption by Country**. 2009. Disponível em: <<http://www.wineinstitute.org/>> Acesso em: 20/07/2011.