

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

WILLIAM OLIVEIRA LEME

**A QUÍMICA EXISTENTE NA PRODUÇÃO DO
VINHO**

**Bauru
2007**

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

WILLIAM OLIVEIRA LEME

**A QUÍMICA EXISTENTE NA PRODUÇÃO DO
VINHO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro de Ciências
Exatas e Sociais Aplicadas como
parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Química, sob a
orientação da Profa. Dra. Sirlei Roca.

**Bauru
2007**

Leme, William Oliveira

L551q

A química existente na produção do vinho /
William Oliveira Leme -- 2008.
36f.

Orientadora: Profa. Dra. Sirlei Roca.
Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em
Química) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru -
SP.

1. Fabricação de vinho 2. Processos químicos 3.
Enologia I. Roca, Sirlei II. Título

WILLIAM OLIVEIRA LEME

A QUÍMICA EXISTENTE NA PRODUÇÃO DO VINHO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Sociais Aplicadas como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob a orientação da Profa. Dra. Sirlei Roca.

Banca Avaliadora:

Profa. Dra. Sirlei Roca
Profa. Ms. Setsuko Sato
Prof. Ms. José Afonso Leirião

Bauru, dezembro de 2007

Dedicatória

***Dedico esse trabalho de maneira
especial a minha família e amigos,
particularmente aqueles que
acreditaram na minha vitória.***

Agradeço a Deus.

"O vinho é composto de humor líquido e luz"
Galileu Galilei

"Existe mais filosofia em uma garrafa de vinho que em todos os livros"
Pasteur

RESUMO

A química existente na fabricação do vinho é imensa, ou melhor, é primordial, pois se não houver processos químicos não haverá vinho. O vinho possui uma longínqua importância histórica e religiosa e remonta diversos períodos da humanidade, sendo inclusive mencionado na Bíblia em diversas passagens. Cada cultura conta seu surgimento de uma forma diferente. Do ponto de vista histórico, sua origem precisa é impossível, pois o vinho nasceu inclusive antes da escrita. Os enólogos dizem que a bebida surgiu por acaso, talvez por um punhado de uvas amassadas esquecidas num recipiente, que sofreram posteriormente os efeitos da fermentação. Eis aí a química. Este trabalho relata como se dá o processo de fabricação do vinho e suas etapas e o quanto a química está ligada a esse processo. Em um primeiro momento foi descrita um pouco da história do vinho. Depois foram abordados a composição do vinho e o processo de produção por etapas. Finalmente, trato dos especialistas no assunto, ou seja, os enólogos.

Palavras-chave: fabricação de vinho, processos químicos, enologia.

ABSTRACT

There is an immense chemistry in the manufacture of the wine, or better, is primordial, therefore if it will not have chemical processes will not have wine. The wine possesses one long historical and religious importance and retraces diverse periods of the humanity, being also mentioned in the Bible in diverse tickets. Each culture counts its sprouting of a different form. Of the historical point of view, its necessary origin is impossible; therefore the wine was also born before the writing. Perhaps the enologist say that the drink appeared by chance, for a handful of grapes kneaded forgotten in a container, that had later suffered the effect from the fermentation. Here it is there chemistry. This work looked for to tell as if it gives this process of manufacture of the wine and its stages and how much chemistry is on to this process. At a first moment was told a little history of the wine. Later it was boarding of the composition of the wine and its process of production for stages. Finally, it was treated of the specialists in the subject, or either, the enologist.

Keywords: manufacture of the wine, chemical processes, enology.

Lista de Ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1 Fermentação malolática | 20 |
| Figura 2 Polifenóis no vinho..... | 23 |
| Figura 3 Cromatograma..... | 24 |
| Figura 4 Fração de cromatograma de uma amostra de vinho | 27 |
| Figura 5 Carboidratos..... | 29 |
| Figura 6 Monoterpenos no vinho | 31 |

Lista de Tabelas

Tabela 1 Odores provenientes de aminoácidos+compostos alfa-dicarbonílicos ... 28

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 11 |
| 2 A ORIGEM DO VINHO | 12 |
| 2.1 VINICULTURA NO BRASIL | 14 |
| 3 A COMPOSIÇÃO DO VINHO | 15 |
| 3.1 A VINIFICAÇÃO | 15 |
| 4 OS PROCESSOS NA FABRICAÇÃO DO VINHO | 18 |
| 4.1 COLHEITA | 18 |
| 4.2 ESMAGAMENTO | 18 |
| 4.3 FERMENTAÇÃO | 19 |
| 4.4 FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA | 20 |
| 4.5 AFINAMENTO | 21 |
| 4.6 ENVELHECIMENTO | 21 |
| 4.7 ENGARRAFAMENTO | 22 |
| 5 FENÓIS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE | 23 |
| 5.1 VINHO: O QUE HÁ NA GARRAFA? | 26 |
| 5.1.1 Ácidos Graxos | 27 |
| 5.1.2 Aminoácidos + compostos carbonílicos | 28 |
| 5.1.3 Carboidratos | 29 |
| 5.1.4 Monoterpenos | 30 |
| 5.1.5 Monoterpenos no vinho | 30 |
| 6 A ENOLOGIA | 32 |
| 7 CONCLUSÃO | 33 |
| REFERÊNCIAS | 34 |

1 INTRODUÇÃO

Um mesmo tipo de uva cultivado em países com características físicas diferentes dão origem a vinhos diferentes. Isso ocorre porque a qualidade do vinho está profundamente relacionada à região onde ele é produzido, já que o tipo de solo e clima determinam a qualidade da uva.

Existem cinco tipos distintos de vinhos: tintos, [brancos](#), [rosés](#), [espumantes](#) e fortificados. Em [Portugal](#) existe um tipo de vinho específico, o [vinho verde](#), que pode ser tinto ou branco, mas devido à sua acentuada acidez pode ser considerado como uma categoria à parte. Os vinhos tintos podem ser obtidos através das [uvas](#) tintas ou das tintureiras (aquelas em que a polpa também possui pigmentos). Os vinhos brancos podem ser obtidos através de uvas brancas ou de uvas tintas desde que as [cascas](#) dessas uvas não entrem em contato com o mosto e que essas não sejam tintureiras). Já os vinhos rosés podem ser feitos de duas maneiras: misturando-se o vinho tinto com o branco ou diminuindo o tempo de [maceração](#) (contato do mosto com as cascas) durante a [vinificação](#) do vinho tinto (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

Nesse trabalho procuramos relatar como se dá esse processo de fabricação do vinho e suas etapas e o quanto a química está ligada a esse processo. Em um primeiro momento será relatado um pouco da história do vinho. Depois, serão abordados a composição do vinho e seu processo de produção por etapas, além de relatar a que presença de antioxidantes em nossa dieta reduz a incidência de doenças do coração e câncer e a ligação que muitos médicos fazem disso com o vinho. Finalmente, trato dos especialistas no assunto, ou seja, os enólogos.

2 A ORIGEM DO VINHO

Datar cronologicamente a história desta paixão entre homem e vinho não é fácil. Alguns historiadores supõem que o homem conheceu o vinho antes de aprender a cultivar as uvas, possivelmente desde que o gênero *Vitis*, que compreende todas as vinhas domésticas fez seu aparecimento na era Terciária. Entre as formações da era Terciária, encontram-se quarenta variedades de *Vitis*, e uma cepa fóssil de mais de cinquenta milhões de anos. Arqueologistas aceitam acúmulo de sementes de uva como evidência de elaboração de vinhos. Escavações em Catal Hüyük na Turquia, em Damasco na Síria, Byblos no Líbano e na Jordânia revelaram sementes de uvas da Idade da Pedra (Período Neolítico B), cerca de 8000 a.C. As mais antigas sementes de uvas cultivadas foram descobertas na Geórgia (Rússia) e datam de 7000 - 5000 a.C. datadas por marcação de carbono (ALMANAQUE ABRIL, 1998).

Entre fatos históricos e cientificamente comprovados, também não faltam lendas sobre o vinho. A mais citada de todas as lendas sobre a descoberta do vinho é uma versão persa que fala sobre Jamshid, um rei Persa semimitológico que mais parece estar relacionado a Noé, pois teria construído um grande muro para salvar os animais do dilúvio. Na corte de Jamshid, as uvas eram mantidas em jarras para serem comidas fora da estação. Certa vez, uma das jarras estava cheia de suco e as uvas espumavam e exalavam um cheiro estranho sendo deixadas de lado por serem inapropriadas para comer. Eram considerados possíveis venenos. Uma donzela do harém tentou se matar ingerindo o possível veneno. Ao invés da morte ela encontrou alegria e um repousante sono. Ela narrou o ocorrido ao rei que ordenou, então, que uma grande quantidade de vinho fosse feita e Jamshid e sua corte beberam da nova bebida (ALMANAQUE ABRIL, 1998).

Os gregos atribuíam a Baco a descoberta da cultura da vinha e da elaboração do vinho. Na antigüidade, foram as vindimas celebradas sempre com grandes festas, de que ficou a reprodução imortal no mármore, em Ânforas e em uma infinidade de outros objetos artísticos (ALMANAQUE ABRIL, 1998).

Sobre a origem da vinha ninguém sabe ao certo onde ela primeiro floresceu. Ela é incontestavelmente oriunda da Ásia Ocidental e da Transcáusia,

mas o é também da Europa. Além e aquém dos Alpes, foram encontradas sementes de videira nas povoações lacustres do Período Neolítico. Mas só a que se encontram nas palafitas da Itália é que, segundo a sua aparência, indicam que procedem de *Vitis* (ALMANAQUE ABRIL, 1998).

Há datas históricas exatas sobre a cultura da vinha no Leste Europeu. Anteriormente o vinho mencionado nas leis babilônicas dadas Hamurábi (dois milênios a.C.), que até já tratam de sua comercialização. O vinho era uma bebida apreciada entre os assírios e os babilônicos, bem como entre os persas e os egípcios. No antigo Egito os lagares achavam-se sob guarda de sacerdotes, os quais além de guardá-los, faziam deles monopólio. Os gregos jônios, que fundaram Massilia, a qual deu origem à atual cidade de Marselha, transplantaram a videira para o sul da França. Ali os romanos a encontraram (BÍBLIA SAGRADA).

Estes desenvolveram no seu país a mesma indústria de vinho, a qual mais floresceu no tempo do império. Com o vinho subornava-se a plebe. A aristocracia e a corte firmavam o seu poderio. O povo não só reclamava pão e circo, mas também vinho (ALMANAQUE ABRIL, 1998).

A videira não só se limitou à Europa. Já no século II a.C. ela penetrou na China, onde a princípio se fixou, mas por pouco tempo. Dois mil anos mais tarde infiltrou-se no Japão, mas neste país tampouco atingiu êxito, apesar de nas duas referidas nações o clima ser favorável à cultura da vinha. Ao final do século XVII os Huguenotes introduziram a videira no sul da África. Depois de um século os franceses levaram para Argélia, Tunísia e Marrocos, onde a cultura fora, em certa época, extinta pelos árabes (CARVALHO, 1963).

Mac Arthur plantou-as na Austrália na primeira metade do século XIX, mas só após alguns decênios elas começaram a se desenvolver. Em meados do século passado iniciou-se a cultura da videira na América setentrional e meridional, sendo bem sucedida nessas duas partes do novo continente. As boas e más propriedades do vinho são conhecidas. A narração bíblica sobre Noé mostra as segundas. As boas, segundo parece, predominam a partir de 1300 anos mas tarde, quando Jesus Cristo realiza o milagre das bodas de Canaã e, na Santa Ceia, consagra o vinho para sempre aos olhos dos cristãos (BÍBLIA SAGRADA).

2.1 VINICULTURA NO BRASIL

A videira foi introduzida no país em 1532, quando Martim Afonso de Souza aportou na Capitania de São Vicente. Junto com ele desembarcou o fidalgo Brás Cubas que plantou parreiras nas sesmarias que lhe foram doadas, tornando-se assim o primeiro viticultor do Brasil. Porém, devido às condições climáticas adversas existentes no litoral paulista, Brás Cubas foi introduzir, por volta de 1551, o vinhedo nas cercanias de Tatuapé, no planalto de Piratininga (CARVALHO, 1963).

Em diversos outros estados do Brasil foram plantadas parreiras posteriormente, como por exemplo na Bahia, Pernambuco, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina, tendo em vista a elaboração de vinhos. Porém, onde tal objetivo frutificou com mais intensidade foi no Rio Grande do Sul. Atualmente no Brasil, a videira é cultivada nos seguintes estados: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Pernambuco e Bahia (CARVALHO, 1963).

Segundo Carvalho:

Há que se realçar que entre estes, principalmente o Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Pernambuco possuem plantações comerciais de *Vitis vinífera*. Em Santa Catarina estas videiras estão situadas na região do Vale do Rio do Peixe, principalmente no município de Fraiburgo, onde a Vinícola Fraiburgo elabora pequenas quantidades de vinhos finos de castas européias (CARVALHO, 1963, p. 29).

No estado de Pernambuco elas se encontram no Vale do Rio São Francisco apesar desta região se localizar fora das latitudes tradicionais de cultivo da videira, ela produz uvas de mesa provenientes da *Vitis vinífera*, de ótima qualidade, segundo Carvalho (1963, pg. 32) devido principalmente aos seguintes fatores:

- Região muito seca, com baixa pluviosidade, necessitando ser irrigada com as águas do próprio rio. Este fator facilita o cultivo de uvas de pé franco, isto é, sem cavalo, isentas de pragas e moléstias;
- Média anual de temperatura de cerca de 28 graus centígrados, permitindo a obtenção de uvas com alto teor de açúcar devido às facilidades de amadurecimento dos bagos (CARVALHO, 1963, p. 32).

Temperatura relativamente elevada e constante possibilitando a existência de safras durante todo o ano, ao contrário das regiões vinícolas tradicionais.

3 A COMPOSIÇÃO DO VINHO

"O Vinho é suco de uva fermentado" (CARVALHO, 1963), mas não se engane com a simplicidade que esta afirmação pode transferir para uma garrafa de vinho. Fosse somente isto e não se justificaria a paixão por tantos declarados a este líquido. O Vinho é único porque assim como as pessoas, não existem dois iguais. Da mesma forma como eram declarados os quatro recursos da ciência e da natureza (fogo, água, ar e terra), o vinho também é produto de quatro elementos fundamentais, que de acordo com Carvalho são:

- O Terroir (pronuncia-se terruar) - ou o local, solo, relevo onde a uva é cultivada;
- A Safra - ou o conjunto de condições climáticas enfrentadas pela videira;
- A Cepa - ou a herança genética, a variedade de uva;
- E enfim, o Homem - que cultivou e colheu as uvas, supervisionou a fermentação e demais etapas até o engarrafamento do vinho (CARVALHO, 1963, p. 33).

A pessoa responsável pelo processo de "fabricação do vinho", vinificação, é denominada de enólogo, e este é um profissional da química (está lá no rótulo o CRQ do enólogo responsável). A Química, como se vê, também está no Vinho.

3.1 A VINIFICAÇÃO

Matéria prima do Vinho, a "produção" da uva pelas videiras requer apenas água e sol. A luz solar transforma o dióxido de carbono da atmosfera em açúcares, isto é feito nas folhas (a fotossíntese), que transferem este açúcar para o fruto; as raízes contribuem com a água para fazer o suco, minerais e outros elementos em pequenas quantidades (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

Na sua forma mais básica, a fabricação do vinho é simples. Após as uvas terem sido espremidas, o levedo (pequeno organismo unicelular que existe naturalmente na vinha e, conseqüentemente, nas uvas) entra em contato com o açúcar do suco da uva e, gradualmente, converte esse açúcar em álcool. CO₂ também é produzido neste processo exotérmico. Quando o levedo conclui seu

trabalho, o suco de uva vira vinho. Quanto mais maduras e doces forem às uvas, maior será o teor alcoólico no vinho. Todo este processo é chamado de fermentação. Após a fermentação, o vinho pode (ou não) ser deixado para maturar. Esta é a etapa na qual o vinho "reúne suas forças". A fermentação pode durar três dias ou três semanas, e o vinho pode maturar por dois meses, ou dois anos. O tempo dependerá da uva utilizada no processo e do vinho a ser obtido (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

O vinho é definido pela O.I.V. (Office International de la Vigne et du Vin) como a bebida resultante da fermentação do mosto (suco) de uvas frescas. E portanto, qualquer outra bebida fermentada não obtida dessa forma não pode ser denominada vinho, como é o caso do assim denominado "vinho" de pêsego, ou de maçã (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

A fermentação é realizada por microorganismos do gênero *Saccharomyces*, destacando-se as espécies *S. ellipsoideus* (ou *cerevisae* ou *vini*), *S. chevalieri* e *S. oviformis* (ou *bayanus*). Neste processo bioquímico os microorganismos convertem moléculas de carboidratos (açúcares) em álcool, gás carbônico e energia, conforme o esquema demonstrado ao lado (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

Obviamente que o processo de vinificação dos vinhos de mesa: brancos, tintos, roses, bem como vinhos de sobremesa e vinhos espumantes é diferenciado. O vinho branco, que é de fato amarelo, pode ser feito de uvas brancas ou, mais raramente, de uvas vermelhas. No segundo caso, o suco da uva deve ser previamente separado de suas cascas, pois lá estarão os pigmentos vermelhos. Vinhos tintos são feitos de uvas vermelhas ou azuladas, cujo suco (sempre incolor) é deixado em contato com as cascas destas uvas durante a fermentação. Assim, taninos são transferidos da casca para a uva. Estas espécies vão conferir cor acentuada ao vinho, bem como sabor. E o vinho rose? Na vinificação deste o suco também é deixado em contato com as cascas de uvas tintas, mas por um período bem mais curto: algumas horas ao invés de dias e semanas como no caso dos tintos (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

O Vinho do Porto é um dos melhores Vinhos Fortificados do mundo. Sua "invenção" deve-se a uma das muitas guerras entre ingleses e franceses, e também a um conhecimento empírico de química. No final do século XVII, quando os ingleses não podiam obter vinhos franceses, eles se viram obrigados a importar

vinhos de Portugal. A fim de garantir a estabilidade dos vinhos durante o transporte, conhaque foi adicionado ao vinho pronto. Já no século XIX, os produtores em Portugal passaram a fortificar seus vinhos durante a etapa de fermentação. Resultaram então vinhos de alto teor alcoólico e com açúcar residual. Naturalmente estavam utilizando o princípio de Le Chatelier, pois a adição de álcool, produto da fermentação, deslocava o equilíbrio para os reagentes, açúcares, interrompendo a fermentação. Detalhe: atualmente os franceses bebem três vezes mais Porto do que os ingleses (COBRA, 2003).

Os Vinhos de Sobremesa, também denominados de Vinhos Licorosos, são aqueles que tiverem um teor alcoólico maior que 14 °GL. Para obter este alto teor, álcool é adicionado durante ou após a fermentação, e talvez o termo mais correto para designar estes vinhos, já que eles são consumidos antes ou depois das refeições, seja Vinhos Fortificados (COBRA, 2003).

A vinificação dos Vinhos Espumantes, tem como principal diferença o fato do enólogo deixar na garrafa parte do dióxido de carbono produzido durante a fermentação. É claro que para produzir uma garrafa de um Champagne não é assim tão simples. O método denominado de Champenoise consiste na elaboração de um vinho base, ao qual é adicionado uma certa quantidade de açúcar refinado (24 g/L de vinho). Realiza-se assim uma segunda etapa de fermentação, desta vez na garrafa, onde estão presentes ainda leveduras e clarificante (geralmente bentonita). Durante o período (cerca de 3 meses) em que o vinho ficará na garrafa, esta será rotacionada periodicamente e sujeita a inclinações progressivas com o gargalo para baixo. Durante a fermentação na garrafa se formarão resíduos sólidos que se acumularão no gargalo. Para a retirada destes é realizado um congelamento do gargalo em solução refrigerante, e a abertura da tampa provoca a expulsão do cilindro de sedimentos pela pressão interna. Finalmente é adicionado o licor de expedição: vinho velho ou conhaque + açúcar e fechada a garrafa com rolha de cortiça (VOGT, 1972).

4 OS PROCESSOS NA FABRICAÇÃO DO VINHO

4.1 COLHEITA

A colheita já é, na verdade, uma etapa posterior a várias outras etapas iniciais, como o preparo do solo, o controle de pragas nas videiras, a irrigação artificial, entre outras (SPLENDOR, 2003).

Na França, ao contrário do Brasil, as videiras não são plantadas em parreirais, com suportes: as videiras são como pequenos arbustos, que crescem livremente. Muitas delas, dependendo do chateau, são centenárias. Algumas tem mais de 500 anos! Existe uma relação entre a idade da planta e a qualidade do vinho: quanto mais velha, mais enraizada está a videira, e mais chance de sugar nutrientes do solo ela possui. Por conseqüência, melhor será a qualidade da uva (SPLENDOR, 2003).

Como a uva tem enorme influência sobre o sabor e qualidade do vinho, a colheita precisa ser feita no tempo certo. Uma colheita prematura resulta em um vinho aguado, com baixa concentração de álcool. Já uma colheita tardia, produz um vinho rico em álcool, mas com pouca acidez. Tão logo a uva é colhida, passa-se à etapa seguinte: o esmagamento (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

4.2 ESMAGAMENTO

Outrora feito com os pés dos vinicultores, hoje é um processo mecanizado. Geralmente, as uvas são dispostas em um cilindro metálico perfurado, onde pás giram a mais de 1.200 rpm. No final, as cascas estão separadas das uvas, e se obtém uma grande "sopa" de suco, cascas e sementes. Dependendo do tipo desejado do vinho, opta-se por um diferente processo. Para a produção do vinho tinto, este Mosto é prensada por vários dias, e todo o conjunto é fermentado. Após

alguns dias, o suco é então separado. A parte sólida que resta é chamada de pomace, e pode ser utilizada para o preparo de certos licores (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

4.3 FERMENTAÇÃO

Esta é a etapa mais importante e mais complicada de todo o processo. Aqui, os químicos são vitais. Entre outros, é necessário um rígido controle da temperatura, supressão de microorganismos indesejados, presença adequada de Leveduras de fermentação, nutrição adequada para estas leveduras, prevenção da oxidação, etc.. A escolha da levedura adequada para o tipo da uva é fundamental, e motivo de discórdia entre vários enólogos. A mais comum é a *Saccharomyces cerevisiae*, mas outras espécies deste mesmo gênero também têm sido vastamente utilizadas (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

O controle da temperatura durante a fermentação alcoólica é necessário para (1) facilitar o crescimento das leveduras, (2) extrair os componentes de sabor e cor das cascas, (3) permitir o acúmulo de produtos laterais desejados, e (4) prevenir o extermínio das bactérias (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

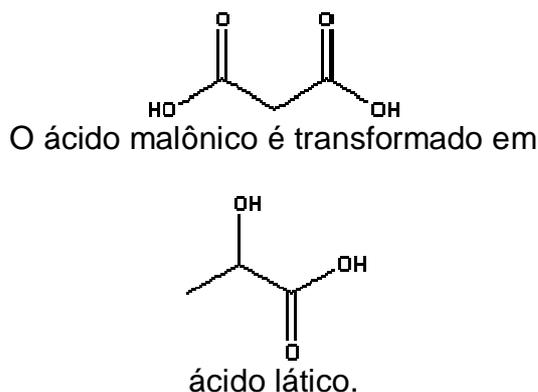
A temperatura ideal para a maior parte dos vinhos é de cerca de 25°C. Mas esta etapa raramente é iniciada nesta temperatura, pois a fermentação naturalmente eleva a temperatura do suco, e os vinicultores devem evitar que esta ultrapasse a marca dos 30°C, onde as leveduras morreriam. Hoje este controle é automatizado, sendo que as pipas metálicas contém sistemas de troca de calor, e todo o processo é termostatizado (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

O contato com o ar deve ser evitado, do contrário ocorreria a oxidação do vinho. Isto é feito pelo lacramento dos recipientes onde a fermentação é realizada e, algumas vezes, pela introdução de CO₂. Após a fermentação, adiciona-se pequenas quantidades de SO₂ ou ácido ascórbico, como antioxidantes (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

Após a fermentação, o vinho é decantado e o líquido sobrenadante é então separado. O vinho está pronto, então, para o segundo processo de fermentação (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

4.4 FERMENTAÇÃO MALOLÁTICA

Esta etapa é bastante executada na Europa, sobretudo na França. No Brasil, entretanto, os vinicultores não dão, ainda, muito valor para esta fermentação. (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).



O processo provoca a liberação de gás carbônico



Figura 1. Fermentação malolática (Fonte: BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004)

Há muito tempo se sabe que, mesmo finda a fermentação alcoólica, observa-se à evolução de dióxido de carbono do vinho. Há poucos anos, químicos descobriram que esta segunda fermentação se devia a ação de enzimas sobre o ácido malônico, presente no vinho, e a sua transformação em ácido láctico (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

Neste processo, vários agentes de sabor, muitos ainda não estudados, são formados. Este processo produz um sabor diferenciado ao vinho; por isso, também, os vinhos franceses são tão diferentes dos demais. Esta etapa é extremamente caprichosa: se a fermentação for excessiva, os vinhos ficarão aguados, baixos em acidez, e ricos em diacetilas, que podem até mesmo ser tóxicas, quando em excesso. Um grande controle é feito, através de leituras da composição por cromatografia. Quando o ácido malônico atinge um certo patamar; adiciona-se SO₂ para inibir esta fermentação (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

4.5 AFINAMENTO

Uma prática muito antiga, hoje é feita com requintes científicos. Envolve processos como filtração, centrifugação, refrigeração, troca iônica e aquecimento. Nesta etapa, o vinho é clarificado, grande parte dos produtos precipitáveis é extraída, e muitos íons metálicos, que tornam o vinho turvo, são retirados.

O vinho que tomamos é, geralmente, transparente à luz. Mas não é desta forma que ele sai dos barris de fermentação. Muitas proteínas e complexos metálicos o deixam turvo, opaco. Entre as formas atuais de clarificação, encontram-se o uso de colunas de sílica, PVP ou caseína. Nos EUA, utiliza-se cufex, um produto que contém ferrocianeto de potássio, para a extração de íons como o cobre e ferro. O uso de bentonita ajuda a remoção de proteínas (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

Outro problema é o excesso de tartaratos, que podem precipitar, no vinho. O tartarato pouco solúvel é o de sódio; por isso, modernas vinícolas utilizam um processo familiar aos químicos, o de troca iônica, onde os íons sódio são substituídos por potássio, gerando um tartarato mais solúvel (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

Finalmente, o vinho passa por uma pasteurização, onde é aquecido subitamente até cerca de 80°C e então resfriado. Além de acabar com as bactérias restantes, o método auxilia na precipitação das proteínas que por ventura estiverem no vinho (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

4.6 ENVELHECIMENTO

Muitos vinhos têm o sabor melhorado se armazenados por alguns anos. Durante este tempo, a acidez diminui, várias substâncias pouco solúveis acabam precipitando e vários componentes formam complexos afetando o sabor e odor. Uma das formas de envelhecimento mais clássica é a feita em barris de carvalho. Estes barris são porosos, e permitem a entrada de oxigênio e a saída de água e

álcool. O vinho também extrai componentes da madeira, que influenciam no aroma final. A cada nova safra, os barris devem ser totalmente renovados, do contrário ocorreria a proliferação de fungos ou outros microorganismos indesejáveis (CARVALHO, 1963).

Vários artigos recentes descrevem o efeito do envelhecimento sobre a composição química do vinho, mas pouco se sabia até alguns anos atrás. O vinho é um excelente meio reacional e, durante o envelhecimento, várias reações químicas podem ocorrer. Entretanto, mais de 90% de todo o vinho consumido no mundo sofre apenas 2 anos de envelhecimento. No Brasil, esta prática não é comum, e os vinhos são engarrafados pouco tempo após a fermentação (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

4.7 ENGARRAFAMENTO

Antes de ser engarrafado, o vinho ainda passa por algumas etapas, que visam corrigir o pH, a cor ou concentração de O_2 dissolvido. Muitas vezes, as garrafas são saturadas com CO_2 antes de receberem o vinho. Na França, as garrafas sempre são novas e nunca reutilizadas, para evitar a contaminação do vinho por microorganismos estranhos. A garrafa é, em geral, escura, para evitar a fotoindução da oxidação do vinho (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

A rolha é muito importante: precisa ser de boa qualidade, senão pode alterar drasticamente o sabor do vinho. Mesmo se utilizando uma excelente rolha, muitos componentes desta acabam sendo extraídos pelo vinho; o mais comum e mais estudado é o 2,4,6-tricloroanisol. J.M Amon e colegas relataram, em um trabalho recentemente publicado, que cerca de 65% dos vinhos contém este composto (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

5 FENÓIS E SEUS BENEFÍCIOS À SAÚDE

A presença de antioxidantes em nossa dieta reduz a incidência de doenças do coração e câncer. É sobre este tema que se baseiam muitos dos estudos sobre a estreita relação entre vinho e saúde (BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004).

Os estudos relacionados aos benefícios do consumo moderado do vinho à saúde parecem ser unânimes em afirmar que o vinho é a bebida alcoólica mais eficaz na redução dos riscos de mortalidade por doenças do coração. As substâncias fenólicas (polifenóis e flavonóides) que contribuem nas propriedades sensoriais do vinho são as responsáveis pelos benefícios. Ao polifenol chamado de transresveratrol são atribuídos os maiores benefícios, especialmente no que diz respeito à formação do colesterol HDL. O resveratrol é estrogênico, e por isso poderia substituir o estradiol ao manter a proliferação de certas células do câncer de mama que necessitam estrogênio para crescer. O resveratrol é um potente antiinflamatório e por isso seu efeito anticancerígeno, permitindo ao organismo bloquear a produção de certas substâncias químicas, conhecidas como prostaglandinas, que têm sido relacionadas a transformações de lesões pré-cancerosas em lesões malignas (COBRA, 2003).

O resveratrol inibe eventos celulares associados com a iniciação, promoção e progressão de tumores cancerígenos. O composto também atua como um antimutágeno e tem propriedades fungicidas. Este composto já foi encontrado em 72 espécies vegetais, sendo que muitas delas fazem parte da dieta humana. No caso das variedades vinífera, a síntese do resveratrol ocorre na casca da fruta - uma arma da planta, talvez, contra o ataque de fungos (COBRA, 2003).

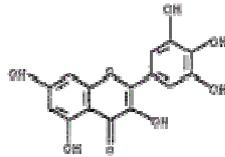
Polifenóis no vinho:



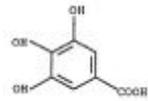
transresveratrol



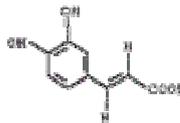
cis-resveratrol



miricetina

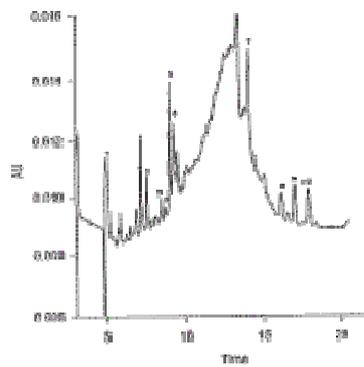


ácido gálico



ácido caféico

Figura 2. Polifenóis no vinho (Fonte: BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004)



cromatograma

Figura 3. cromatograma (Fonte: BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004)

De acordo com AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL (2001), entre os vários polifenóis presentes nos vinhos tintos, encontram-se os ilustrados acima. No cromatograma, cada pico de eluição corresponde a um dos polifenóis.

Composição do Vinho

>ÁGUA : 85 - 90%;

>ÁLCOOIS

Ø 7 - 24%:

Ø Etanol (72-120 g/L)

Ø Glicerol (5 -10 g/L)

Ø Outros álcoois (Metanol, isopropil, etc)

>ÁCIDOS

Ø 1 - 8%(Total de 5-7 g/L)

Ø (V = Voláteis; F= Fixos)

>PROVENIENTES DA UVA:

Ø Tartárico : 50-90% (F)

Ø Málico : 10-40% (F)

Ø Cítrico : 0-5% (F)

>PROVENIENTES DA FERMENTAÇÃO:

Ø Succínico (F)

Ø Lático (F)

Ø Acético (V)

Ø Butírico (V)

Ø Fórmico (V)

Ø Propiônico (V)

Ø Carbônico (V - nos espumantes = $\pm 0,5$ g/L)

>AÇÚCARES

Ø 0 - 15%

Ø Glicose (na uva:7-15%)

Ø Frutose (idem)

Ø Outros (Xilose e Arabinose)

Obs.: Legislação Brasileira: Teor de açúcar p/ secos: < 5g/L; meio secos: 5 a 20 g/L; suaves e doces: > 20 g/L.

>FENÓIS

- Ø Taninos
- Ø Antocianinas
- Ø Flavonas
- Ø Outras (fenóis ácidos, etc.)

Obs.: Total de substâncias fenólicas: nos brancos < 350 mg/L, nos tintos até 3.000 mg/L.

> OUTRAS SUBSTÂNCIAS

- Ø Aldeídos: Acetaldeído
- Ø Ésteres: provenientes dos ácidos acético, tartárico e málico
- Ø Vitaminas: A, C, B1, B2, B6, Biotina, Niacina, Inositol e Ác. Pantotênico.
- Ø Aminoácidos: alan, argin, glic, cistid, leuc, isoleuc, prol, metion, lis, ser, treon, tiros, valin, fenilalan e aspart
- Ø Sais minerais: Na, K, Cl, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Cr, Si, I, B, Mo, Ti, V.
- Ø Conservantes: P-V (SO₂ ou anidrido sulfuroso ou metassulfito), P-IV (sorbato de potássio).

5.1 VINHO: O QUE HÁ NA GARRAFA?

Existem virtualmente milhares de compostos químicos diferentes dentro de uma simples garrafa de vinho, pertencentes às mais distintas classes químicas. Muitos já são conhecidos pela ciência, mas ainda há bastante a ser estudado. A função de cada composto nas propriedades organolépticas e físico-químicas do vinho é tema de estudo para os enólogos (VOGT, 1972).

5.1.1 Ácidos graxos

Os ácidos graxos no vinho têm origem nos firmes tecidos das uvas. Entretanto, a maior parte é formada durante a fermentação alcoólica, uma vez que ácidos graxos podem ser liberados pelos fermentos. Estes compostos ocorrem, no vinho, de duas formas: livres (C_n , onde n é o número de carbono da cadeia alquílica do ácido) ou ligados, principalmente sobre a forma de etil ésteres, uma vez que etanol é o álcool mais abundante neste ambiente - C_nE : éster etílico de um ácido graxo (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

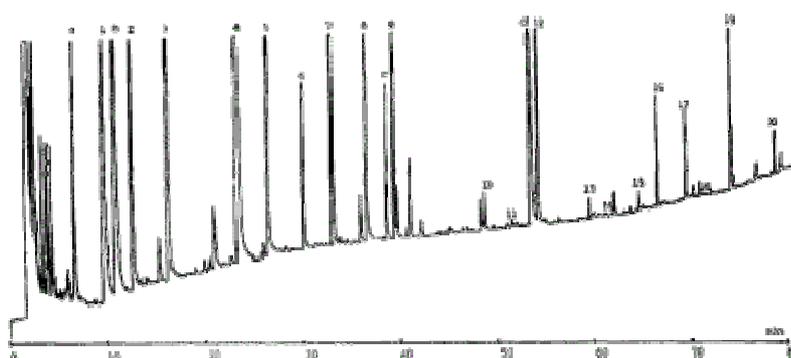


Figura 4. Fração de cromatograma de uma amostra de vinho. Os picos representam diferentes ácidos graxos (Fonte: BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004)

Os ácidos graxos contribuem muito para o sabor do vinho: os ésteres diretamente, pois possuem fortes aromas e odores característicos; os ácidos livres, indiretamente, como precursores de aldeídos e álcoois de seis carbonos, que possuem sabor herbáceo. Não obstante, os ácidos graxos contribuem para a estabilização e formação da espuma em vinhos espumantes (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

5.1.2 Aminoácidos + compostos carbonílicos

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 - particularmente com açúcares, de acordo com a reação de Maillard. Esta reação leva a compostos alfa-dicarbonílicos, que são freqüentemente encontrados nos vinhos após as fermentações alcoólica e malonática. Nos vinhos, estes compostos estão em equilíbrio de oxidação, isto é, com suas formas alfa-hidróxi-cetonas e alfa-dióis (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

Tabela 1. Odores provenientes de aminoácidos + compostos alfa-dicarbonílicos ()

| substratos | produtos da reação | odor no vinho |
|--|--|--|
| cisteína + glioxal, diacetil ou 2,3-pentanodiona | H ₂ S, dissulfeto de carbono, pirazina, metanotiol, trimetiozazole, 2-metil-tiazole | ovos podres, enxofre, defumado, torrado, nozes, pipoca |
| metionina + glioxal, diacetil ou 2,3-pentanodiona | metanotiol, dissulfeto de dimetila, metional | batata e repolho |
| valina + glioxal, diacetil ou 2,3-pentanodiona | 2-metil-propanal | queijo |
| leucina + glioxal, diacetil ou 2,3-pentanodiona | 3-metil-butanal | amílico |
| iso-leucina + glioxal, diacetil ou 2,3-pentanodiona | 2-metil-butanal | frutas |
| fenilalanina + glioxal, diacetil ou 2,3-pentanodiona | benzaldeído, fenilacetaldéido | floral |

Fonte: BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004

Os aminoácidos têm grande importância no sabor do vinho, além de atuarem como precursores de diversos outros compostos também flavorizantes. A formação destes produtos depende muito de diversas variáveis as quais o vinho pode ser submetido, como pH, temperatura, concentração de dióxido de carbono, exposição ao oxigênio e tempo de envelhecimento. A cisteína - um dos aminoácidos sulfonados, leva à formação de heterocíclis como pirazinas, metil-tiazoles, acetil-tiazolidina, entre outros, que contribuem largamente para o sabor final do vinho: estes compostos agregam aromas como o de pipoca, nozes, defumado e enxofre. Por isso o controle rigoroso da quantidade de aminoácidos e os caminhos metabólicos sofridos por estes no processo da fabricação do vinho é extremamente

importante, pois um descontrole levaria a perda de qualidade olfativa da bebida (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

5.1.3 Carboidratos

É natural de se esperar encontrar, no vinho, muitos carboidratos, afinal ele é feito a partir de um vegetal. E, de fato, existem muitas substâncias desta classe na bebida: tanto sacarídeos como polissacarídeos, tais como a celulose, hemicelulose e xiloglucana. Existem, ainda, glucosídeos ou polissacarídeos peptídicos, como a homogalacturonana (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

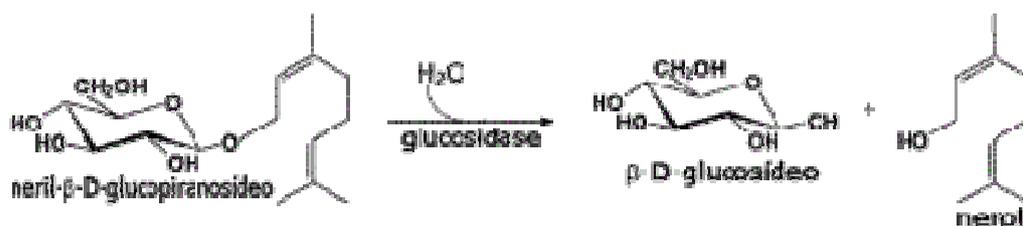


Figura 5. Carboidratos (Fonte: BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004)

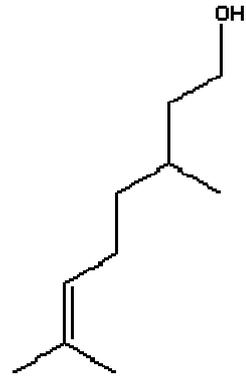
Um exemplo é a hidrólise de um dos glucosídeos encontrados na uva - o neril-D-glucopiranosídeo, que leva à formação de uma molécula com um odor muito intenso, o nerol. A hidrólise dos glucosídeos podem ocorrer em várias etapas do processo: na maturação da uva, durante a fermentação, no envelhecimento do vinho ou, ainda, durante o consumo: uma grande quantidade de glucosidases foram encontrados na saliva, derivadas da microflora da boca (SPLENDOR, 2003).

5.1.4 Monoterpenos

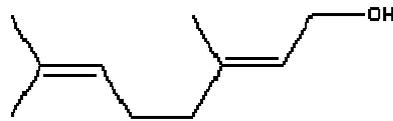
Vários estudos sugerem que boa parte da expressão sensorial do bouquet do vinho se deve à presença de compostos terpenóides. Além disso, a relação entre as quantidades de cada terpeno em um vinho pode servir como pista para se descobrir a variedade da uva utilizada. Hoje, conhecem-se cerca de 50 mono-terpenos que, comumente, aparecem nos vinhos. Os mais abundantes (principalmente para vinhos feitos com uvas Muscatu) são o linalol, geraniol, nerol alfa-terpineol e citronelol. Os terpenos pertencem aos constituintes secundários das plantas, e sua bio-síntese começa com a acetil-coenzima A (CoA). Estes compostos não sofrem alterações durante as fermentações no vinho: portanto eles são, de fato, uma assinatura de sabor ao vinho que vem da variedade de uva escolhida (SPLENDOR, 2003).

5.1.5 Monoterpenos no vinho

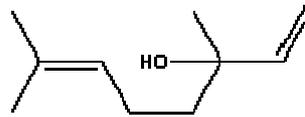
Na uva, os terpenos estão principalmente nas cascas e, na maioria das vezes, ligados covalentemente a açúcares - como o caso do nerol, anteriormente visto. Muitos terpenos, mesmo após findo todos os processos da fabricação do vinho, permanecem, ainda, ligados a estes açúcares. Nesta forma, os terpenos são inodoros e insípidos. Atualmente, vários pesquisadores do mundo inteiro estão estudando as etapas das hidrólises destes glucosídeos para passarem a controlar a liberação destes terpenos, no vinho, ao seu bel prazer (SPLENDOR, 2003).



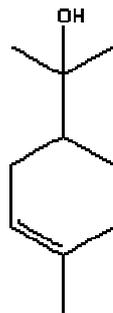
citronelol



geraniol



linalol



terpineol

Figura 6. Monoterpenos no vinho (Fonte: BASSIN, RONCHI & SASSO, 2004)

6 A ENOLOGIA

Antes do século 19, pouco se sabia sobre o processo de fermentação da uva ou do processo de deterioramento do vinho. Tanto os gregos como os romanos bebiam todo os seus vinhos logo no primeiro ano após o preparo, pois não haviam técnicas para a conservação eficaz. Eles costumavam adicionar flavorizantes, como ervas, mel, queijo ou até mesmo sal, para disfarçar o gosto do vinagre. Com os vinhos descritos no velho testamento, acontecia à mesma coisa: o consumo deveria ser mais rápido do que a sua deterioração (SPLENDOR, 2003).

No século 17, com a invenção do saca-rolhas e com a produção em massa de garrafas de vidro, os vinhos começaram a ser armazenados por vários anos (SPLENDOR, 2003).

Mas foi somente na metade do século 19 que a produção do vinho ganhou requintes científicos: o químico francês Louis Pasteur explicou a origem química da fermentação e identificou os agentes responsáveis por este processo. Ele também inventou um método para matar a levedura responsável pelo deterioramento do vinho, que hoje é chamado de pasteurização. Com o passar dos anos, mais a ciência se adentrou na viticultura: houve avanços na fisiologia das plantas, nos conhecimentos de patologias das videiras, e mais controle do processo de fermentação. Logo, vieram os tanques de aço inoxidável, que além de poder serem limpos facilmente também permitem controlar a temperatura do vinho sem dificuldade (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

Hoje, a química está presente em todas as etapas: diariamente, alíquotas do líquido fermentado são colhidas e analisadas em cromatógrafos; o solo onde as videiras são plantadas é minuciosamente preparado com aditivos químicos; sabe-se exatamente que tipo de substâncias podem se desprender do barril ou das rolhas e influenciarem no sabor do vinho; sabe-se quando o vinho está pronto pela sua assinatura química em um Cybercity Research Group (AQUARONE, BORZANI, LIMA & SCHMIDELL, 2001).

7 CONCLUSÃO

Entende-se que o vinho é uma bebida alcoólica, resultante da fermentação do mosto de uvas frescas, sãs e maduras por intermédio de microrganismos chamadas leveduras, as quais transformam o açúcar do suco da uva em álcool etílico, anidro carbônico e uma série de elementos secundários em quantidades variadas. Em função disto, o vinho é considerado um produto elaborado, diferenciando-se dos produtos fabricados, caracterizados por misturas de diversas matérias-primas.

Obviamente, o vinho é o produto obtido pela fermentação parcial ou total do suco de uva madura, em presença ou não de bagaço. Tipos – vinhos tintos, rosados e brancos. Os vinhos de mesa apresentam graduação alcoólica de 9 a 12% em volume e podem ser suaves, secos, doces e frizantes. Os vinhos licorosos são aqueles que apresentam 12 a 18% de teor alcoólico, podendo ser secos ou doces.

Concluimos que em todas as etapas da produção do vinho a química se faz presente, pois, creio eu, sem ela não haveria tão grande leque de vinhos.

REFERÊNCIAS

ABRIL Multimídia. **Almanaque Abril 98**. CD-ROM. 5 ed. 1998.

AQUARONE, E. et al. **Biotecnologia industrial**: biotecnologia na produção de alimentos. 4. ed. São Paulo: Editora Metha Ltda, 2001.

BASSIN, J. P.; RONCHI, J. C. S.; SASSO, C. **Vinhos**. 2004. Disponível em: http://www.eng.ufsc.br/labs/probio/disc_eng_bioq/trabalhos_grad2004/vinho/pagina_f inal.htm . Acesso em: 16 set. 2007.

BÍBLIA SAGRADA. 89. ed. São Paulo: Ave-Maria Ltda, 1994.

CARVALHO, M. **A arte de beber**: assim falava Baco. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira S.A., 1963.

COBRA, R. Q. **Notas complementares de boas-maneiras e etiqueta**. Brasília, 2003. Disponível em: <http://www.cobra.pages.nom.br/bm-vinhosfabric.html>. Acesso em: 08 ago. 2007.

SPLENDOR, F. **Vinhos**: degustação e serviço, saúde, enoturismo, licores. Rio Grande do Sul: EDUCS, 2003.

VOGT, E. **La fabricacion de vinos**. Zaragoza (Espanha): Acribia, 1972.