

Comparação de parâmetros físico-químicos durante a vinificação de uvas Cabernet Sauvignon, produzidas em Lages e São Joaquim

Comparison of physical-chemical parameters during the vinification of Cabernet Sauvignon grapes, produced in Lages and São Joaquim

Marcilene Camilo Heidmann Soccol¹, Gilberto Massashi Ide², Leonardo Cury da Silva³, Paulo Ricardo Ficagna⁴

Recebido em 04/10/2007; aprovado em 11/07/2008.

RESUMO

O vinho é uma bebida de composição complexa devido às transformações biológicas, químicas, físicas e enzimáticas que ocorrem em seu processamento. Entre os fatores naturais, as condições climáticas durante o período de maturação da uva podem influenciar nas concentrações de açúcar e de ácidos orgânicos, no teor de compostos voláteis e de compostos fenólicos da uva. Este trabalho teve como objetivo comparar a qualidade do vinho, durante a vinificação, do cultivar Cabernet Sauvignon proveniente de duas regiões do Estado de Santa Catarina, Lages e São Joaquim, através do monitoramento dos componentes físico-químicos e avaliação sensorial. Os vinhos foram elaborados por microvinificação, na safra de 2006. A retirada das amostras para a determinação das análises físico-químicas foi realizada da seguinte forma: análise do mosto, imediatamente após o esmagamento da uva, e análise do vinho, na maturação. Observou-se que o vinho produzido com uvas de São Joaquim apresentou grau alcoólico, acidez total, polifenóis totais, antocianinas e taninos superiores ao vinho de Lages. Na avaliação sensorial, o vinho de São Joaquim caracterizou-se por apresentar maior intensidade de cor, maior acidez e adstringência e mais corpo.

PALAVRAS-CHAVE: vinho, polifenóis, antocianinas, taninos.

SUMMARY

Wine is an alcoholic beverage of complex composition due to the biological, chemical, physical and enzymatic transformations that occur during its processing. Among natural factors, climatic conditions on grape maturation can influence the concentration of sugar and organic acids and the content of volatile and phenolic compounds. This work had as objective to compare wine quality during the vinification, from the Cabernet Sauvignon cultivar, harvested at two different production regions of Santa Catarina (Lages and São Joaquim), through physical-chemical monitoring of the compounds and sensorial evaluation. Wine was elaborated through microvinification, in the 2006 growing season. Samples for determining physical and chemical characteristics of winemaking were collected as follows: analyze of the most, immediately after grape crushing, and analyze of the wine, on maturation. Results indicated that wine from São Joaquim showed superior grades of alcohol, total acidity, total polyphenols, anthocyanins and tannins than that from Lages. The wine from São Joaquim also presented larger color intensity, greater acidity and astringency and more body, in the sensorial evaluation.

KEY WORDS: wine, polyphenols, anthocyanins, tannins.

¹ Aluna do curso de pós-graduação em Viticultura e Enologia da UDESC, Av. Luis de Camões, 2090, C.P. 281, CEP 88520-000, Lages, SC. E-mail: mchsoccol@ig.com.br.

² Professor do curso de Agronomia da UDESC. E-mail: a2gmi@cav.udesc.br.

³ Aluno do mestrado em Produção Vegetal da UDESC. E-mail: a8lcs@cav.udesc.br.

⁴ Aluno do mestrado em Produção Vegetal da UDESC. E-mail: a8prf@cav.udesc.br.

INTRODUÇÃO

O vinho é uma bebida de composição complexa, devido às transformações biológicas, químicas, físicas e enzimáticas que ocorrem em seu processamento (ZOECKLEIN et al., 1994). Entre os fatores naturais, a safra vitícola exerce influência preponderante na qualidade da uva e, conseqüentemente, do vinho. Assim, para um mesmo cultivar, as condições climáticas do período de maturação da uva podem antecipar ou retardar a colheita, influir nas concentrações de açúcar e de ácidos orgânicos, no teor de compostos voláteis e de compostos fenólicos da uva (CHAMPAGNOL, 1984).

O cultivar Cabernet Sauvignon está muito bem adaptado às condições do sul do Brasil, sendo cultivado também em Santa Catarina (CAMARGO, 2006). Algumas áreas, dentre elas São Joaquim, devido suas condições climáticas particulares, dada à altitude elevada, as uvas cultivadas de cultivares *Vitis vinifera* atingem índices de maturação que permitem fornecerem matéria-prima para a elaboração de vinhos diferenciados por sua intensa coloração, definição aromática e equilíbrio gustativo (ROSIER, 2003).

As condições climáticas diferenciadas em relação ao restante do país, proporcionam um deslocamento de todo o ciclo produtivo da videira, nas diferentes etapas do desenvolvimento da cultura (ROSIER, 2003).

O deslocamento do ciclo vegetativo nas regiões de altitude é caracterizado por duas situações distintas em seus dois extremos. Por um lado as baixas temperaturas noturnas retardam o início da brotação, mas devido a ocorrência de geadas tardias nos locais de altitude, podem muitas vezes, dependendo da localização do vinhedo e da precocidade dos cultivares, serem um fator limitante à produção. No outro extremo do ciclo vegetativo, na maturação, as temperaturas noturnas amenas retardam o amadurecimento dos frutos, reduzem o crescimento das plantas e influenciam no metabolismo, propiciando uma colheita em uma época onde historicamente os índices de pluviosidade são menores que nos meses de vindima das regiões tradicionalmente produtoras, permitindo com isso uma maturação,

principalmente fenólica, mais completa (ROSIER, 2003).

O objetivo deste trabalho foi comparar a qualidade do vinho, durante a vinificação, do cultivar Cabernet Sauvignon proveniente de duas regiões do Estado de Santa Catarina, Lages e São Joaquim, através do monitoramento dos componentes físico-químicos e avaliação sensorial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas uvas provenientes de vinhedos de duas regiões do Estado de Santa Catarina, Lages e São Joaquim, do cultivar Cabernet Sauvignon, colhidas na safra de 2006. A colheita da uva foi realizada por ocasião da maturação industrial e o transporte efetuado em caixas plásticas. Inicialmente separou-se o ráquis e, a seguir, a uva foi esmagada manualmente. Os mostos foram colocados em recipientes de 10 L, a fermentar em uma sala com temperatura a 18°C. Em seguida adicionou-se metabissulfito de sódio (80 mg L⁻¹) e leveduras secas ativas *Saccharomyces cerevisiae* (0,20 g L⁻¹). O período de maceração foi de sete dias, com uma remontagem diária. Uma vez concluída a fermentação alcoólica e malolática, fez-se primeira trasfega, adicionando uma dose de metabissulfito de sódio (20 mg L⁻¹). Os vinhos foram colocados em recipientes de 4,5L e mantidos a temperatura de 20°C por 20 dias para estabilização tartárica. A seguir, os vinhos foram novamente trasfegados, adicionando-se mais uma dose metabissulfito de sódio (20 mg L⁻¹), engarrafados e maturados por 4 meses. A retirada das amostras para análise foi realizada na seguinte forma: - análise do mosto, imediatamente após esmagamento da uva (I) e análise do vinho, na maturação (II).

As análises físico-químicas realizadas foram as seguintes: determinação de °Brix: através de um refratômetro, utilizando duas ou mais gotas da amostra; teor alcoólico: através do método densimétrico de acordo com Ribéreau-Gayon et al. (1976); densidade: através de aerometria, utilizando densímetro aferido a 20°C conforme Ribéreau-Gayon et al. (1976); determinação de pH: em potenciômetro digital Digimed; acidez total: através da titulação de 5 mL de vinho com uma solução alcalina de hidróxido de sódio

0,1 N, utilizando o azul de bromotimol como indicador (AMARINE e OUGH, 1976); acidez volátil: através da separação dos ácidos voláteis por meio do arraste pelo vapor d'água e o destilado titulado com uma solução alcalina de hidróxido de sódio 0,1 N, utilizando a fenolftaleína como indicador segundo Ribéreau-Gayon et al. (1976); polifenóis totais: através da absorção de raios ultravioletas de 280 nm, de acordo com Ribéreau-Gayon et al. (1970); antocianinas: pelo método de diferença de pH (RIBÉREAU-GAYON e STONESTREET, 1965); taninos: por hidrólise ácida (RIBÉREAU-GAYON e STONESTREET, 1966).

A análise sensorial foi efetuada por grupo de vinte degustadores, previamente selecionados, levando em consideração suas habilidades. Os parâmetros selecionados foram: cor, aroma e sabor, utilizando o teste de comparação pareada. A intensidade o atributo foi avaliada por diferença, utilizando a tabela do teste pareado bicaldal, em nível de 5% de probabilidade de erro.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, dois tratamentos com duas repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (PROC GLM) através do programa SAS 8.0 (1999). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O °Brix do cultivar Cabernet Sauvignon variou de 21^o Brix (Lages) a 23^o Brix (São Joaquim), ocorrendo diferenças significativas ($p \leq 0,05$). Os valores encontrados no mosto foram mais elevados do que os encontrados por Rizzon e Miele (2002b) para o cultivar Cabernet Sauvignon, na safra de 1992. Os autores observaram valores médios para °Brix de 18,1. Estes valores mais elevados nos mostos são provavelmente, devido às condições climáticas, como menor pluviosidade, mais horas de sol e radiação solar, no período de desenvolvimento e maturação.

Em relação ao teor alcoólico do vinho, os valores obtidos estão de acordo com o potencial alcoólico do mosto, calculado a partir do teor de açúcar. O teor alcoólico variou de 12,96% v/v (Lages) a 13,98% v/v (São Joaquim), apresentando diferenças

significativas ($p \leq 0,05$) em relação à origem geográfica. Esses valores encontrados foram um pouco mais elevados em relação aos observados por Souza et al. (2005), que encontram valores para álcool de 11,69 a 12,43% v/v, para vinho Cabernet Sauvignon, na região de Bento Gonçalves (RS) safra de 1999.

Os valores para densidade variaram de 1,100g/mL a 0,985g/mL (Tabela 1), durante a vinificação, não ocorrendo diferenças significativas ($p \leq 0,05$), tanto para o mosto quanto para o vinho.

A densidade do vinho é consequência do teor alcoólico e da quantidade de açúcar residual. Quanto maior a concentração de álcool, menor é quantidade de açúcar residual e menor é a densidade, este fato ocorre devido às condições climáticas favoráveis verificadas no período de maturação da uva (RIZZON e MIELE, 2006).

Os valores estão de acordo com os encontrados por Rizzon e Miele (2002b) que avaliaram a composição química do vinho Cabernet Sauvignon nas safras de 1987 a 1992 em Bento Gonçalves (RS). Os valores médios observados foram de 1,078 g/mL, para a densidade.

O pH do mosto é ideal para a vinificação em tinto, pois apresentou valores inferiores a 3,4 (Tabela 1). Pode-se observar que houve diferenças significativas ($p \leq 0,05$) durante a maturação, e os valores variaram de 3,25 a 3,92, sendo que o vinho de Lages apresentou pH mais elevado (Tabela 1).

O aumento mais expressivo nos valores de pH (maturação), no vinho de Lages, provavelmente ocorreu em função da extração mais acentuada de K da película da uva, por ocasião de sua maceração durante a vinificação, e como consequência a precipitação do bitartrato de potássio, que são os principais fatores responsáveis pela redução da acidez e aumento do pH dos vinhos tintos (BOULTON, 1980; RIZZON, 1985). Por outro lado, a dissolução dos ácidos tartárico, málico e cítrico da película para o mosto, bem como a formação de outros ácidos na fermentação alcoólica, agem de maneira contrária, isto é, impedindo o aumento mais expressivo do pH (RIZZON e MIELE, 2002a).

A acidez total variou de 59,8 meq L⁻¹ (Lages) a 120,8 meq L⁻¹ (São Joaquim) durante a vinificação (Tabela 1), valores inferiores ao teor máximo

estabelecido pela legislação brasileira que é de 130 meq L^{-1} . Ocorram diferenças significativas ($p \leq 0,05$) durante a vinificação, sendo que o vinho de São Joaquim apresentou valores mais elevados, provavelmente devido às condições climáticas que favoreceram uma maior concentração de ácidos orgânicos. Os resultados analíticos da acidez titulável evidenciam que é menor no vinho que no mosto. Segundo Rizzon et al. (1998), são valores adequados porque na vinificação em tinto do Cabernet Sauvignon ocorre uma considerável redução da acidez titulável, devido principalmente à salificação e à precipitação do ácido tartárico na forma de bitartarato de potássio e à fermentação malolática.

Rizzon et al. (1998) e Rizzon e Mielle (2002a) avaliaram a acidez no processo de vinificação vinhos, dentre eles a Cabernet Sauvignon, e encontraram valores de acidez titulável de 169 meq L^{-1} a 59 meq L^{-1} . As cultivares de *Vitis vinifera* caracterizaram-se por apresentarem mosto com acidez titulável elevada. Esse comportamento distinto da evolução da acidez titulável é devido à composição do fruto em relação aos ácidos orgânicos e ao tamanho da baga (RIZZON e MIELE, 2002b).

A acidez volátil dos vinhos foi baixa, apresentando valores de $2,4 \text{ meq L}^{-1}$ (Lages) a $5,98 \text{ meq L}^{-1}$ (Lages), inferiores ao teor máximo estabelecido pela legislação brasileira que é de 20 meq L^{-1} (Tabela 1). Souza et al. (2005) observaram valores para o vinho Cabernet Sauvignon de acidez volátil de $8,5 \text{ meq L}^{-1}$ a 12 meq L^{-1} , sendo mais elevados que os encontrados nesta pesquisa.

A acidez volátil do mosto, juntamente com os teores de ácido glicônico e de glicerol, são indicativos da qualidade sanitária da uva para vinificação. Concentrações baixas desses compostos indicam uva com menor ataque de podridão cinzenta da uva (MENEGUZZO et al., 1999).

Os polifenóis totais variaram de $25,12$ (I 280) (Lages) a $47,65$ (I 280) (São Joaquim) como pode-se observar na Tabela 1. Sendo que o vinho de São Joaquim apresentou valores mais elevados, tanto no mosto quanto no vinho, mas essa diferença não foi significativa estatisticamente ($p \leq 0,05$).

Os fenóis totais estão presentes principalmente no engaço e nas sementes. A presença destes compostos em vinhos pode ser devido a vários

fatores, como a solubilidade e da localização destes na baga de uva, o tempo de maceração das cascas e sementes na preparação do vinho, temperatura, o tipo de remontagem praticado, o teor de etanol, e em dióxido de enxofre, o pH, a presença de enzimas, à ocorrência de doenças fúngicas, assim como a aspectos relacionados a fatores climáticos e de solo (RICARDO-da-SILVA et al., 2003).

Os valores para antocianinas podem ser observados na Tabela 1. Os valores foram mais elevados para o vinho de São Joaquim, ocorrendo diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em relação ao mosto.

Esta amplitude dos valores observados em relação à origem geográfica pode ser devido a fatores climáticos, tais como número de horas de sol, irradiação e precipitação pluviométrica, durante a fase de maturação dos frutos, implicando em alterações nos pigmentos antociânicos (ROSIER, 2003).

As antocianinas são compostos fenólicos encontrados nas películas das uvas tintas e nos mostos de algumas cultivares tintas, por isso à medida que os vinhos tintos são envelhecidos não possuem antocianinas livres, uma vez que essas substâncias se degradam ou se complexam com os taninos (PARONETTO, 1977).

Gil-Munõz et al. (1999) estudando a evolução dos compostos fenólicos de vinhos, observaram decréscimo de antocianinas a partir do sétimo dia de fermentação a temperatura normal, esta variação foi de 750 mg/mL a 400 mg/mL , depois de 260 dias. Segundo Bourzeix et al. (1970), o decréscimo depois de sete dias pode ser devido à fixação de compostos sobre as leveduras ou partes sólidas, ou devido à formação de polímeros mais estáveis pela copigmentação (ALONSO et al., 1986), acetaldeído mediante condensação (THORNGATE e SINGLETON, 1994) ou a formação de copolímeros entre o ácido caftárico e as antocianinas (CHEYNEIR et al., 1994).

Os taninos variaram de $11,51 \text{ g L}^{-1}$ (São Joaquim) a $1,63 \text{ g L}^{-1}$ (Lages) como pode se observar na Tabela 1. No entanto, o vinho de São Joaquim apresentou valores mais elevados, sendo essa diferença significativa estatisticamente ($p \leq 0,05$) na maturação.

Os valores mais elevados de taninos

encontrados no vinho de São Joaquim estão correlacionados com os valores de polifenóis e antocianinas. Esses valores mais elevados de taninos são provavelmente devido às condições climáticas mais favoráveis.

Resultante da presença de vários compostos, a cor é devida, no vinho tinto, essencialmente à presença de compostos fenólicos, em particular as antocianinas, responsáveis por um largo espectro de cores, indo do laranja ao violeta, passando pelo vermelho (RICARDO-da-SILVA et al., 2003).

Tabela 1 – Comparação da densidade (g/mL), pH, da acidez total (meq L⁻¹), da acidez volátil (meq L⁻¹), dos polifenóis totais (I 280), das antocianinas (mg L⁻¹) e dos taninos (g L⁻¹) na vinificação do cultivar Cabernet Sauvignon nas regiões de Lages e São Joaquim. Safra 2006.

Origem geográfica	Parâmetros físico-químicos	Fases da vinificação	
		E*	M
Lages	Densidade	1,100A	0,988A
São Joaquim		1,098A	0,985A
Lages	pH	3,25A	3,92A
São Joaquim		3,29A	3,65B
Lages	Acidez total	97,77B	59,77B
São Joaquim		120,77A	85,67A
Lages	Acidez volátil	2,40A	5,98A
São Joaquim		2,40A	4,48A
Lages	Polifenóis	25,12A	43,36A
São Joaquim		31,74A	47,65A
Lages	Antocianinas	23,98A	332,72A
São Joaquim		147,04B	365,48A
Lages	Taninos	4,64A	1,63A
São Joaquim		11,51A	2,72B

* E: imediatamente após o esmagamento da uva e M: Maturação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem pelo teste de Tukey a 5%.

De acordo com os resultados da avaliação sensorial, não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) para os atributos analisados (cor, aroma e aparência), em relação à origem geográfica.

O vinho de São Joaquim se caracterizou por maior intensidade de cor, maior acidez e adstringência e mais corpo, provavelmente pelo fato desta apresentar mais taninos, polifenóis e antocianinas. Enquanto que o vinho de Lages apresentou maior intensidade de aroma, aromas mais desejáveis, sabor mais intenso e maior equilíbrio.

Segundo Berg et al. (1995), os compostos fenólicos são responsáveis pelo gosto amargo e adstringência em vinhos, aumentam o limiar de detecção de açúcares e, portanto, diminuem a percepção de doçura em vinhos.

A cor tem um papel determinante na qualidade sensorial de um vinho, sendo talvez a característica que mais impressiona o provador e o consumidor.

CONCLUSÕES

O vinho de São Joaquim apresentou valores mais elevados de polifenóis, antocianinas e taninos durante a vinificação. Na avaliação sensorial, caracterizou-se por maior intensidade de cor, maior acidez e adstringência e mais corpo.

As uvas do cultivar Cabernet Sauvignon de São Joaquim, em função das condições climáticas mais favoráveis, permitiram uma maturação fenólica mais completa e apresentaram maior potencial, por possibilitarem vinhos mais encorpados e com maior intensidade de cor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO, E.; ESTRELLA, M. I.; REVILLA, E. Los compuestos polifenólicos en elaboración y envejecimiento del vino. **Alimentación, Equipos y**

- Ecnología**, v. 9-10, p. 163-168, 1986.
- AMERINE, M. A.; OUGH, C. S. **Análisis de vinos y mostos**. Zaragoza: Acribia, 1976. 158p.
- BERG, H. W. et al. Evaluation of thresholds and minimum difference concentration of various constituents of wines. IV Detectable differences in wine. **Food Technology**, v. 9, n. 1, p. 138-140, 1995.
- BOULTON, R. The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 31, n. 2, p. 182-186, 1980.
- BOURZEIX, M.; MOURGES, J.; AUBERT, S. Influence de la durée de macération sur la constitution de polyphénols sur la dégustation des vins rouges. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v. 4, p. 447-460, 1970.
- CAMARGO, U. A. **EMBRAPA**. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasViniferasRegioesClimaTemperado/index>>. Acesso em: 28 fev. 2006.
- CHAMPAGNOL, F. **Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale**. Montpellier: Déhan, 1984. 351p.
- CHEYNIER, V. et al. Anthocyanin degradation in oxidizing grape musts. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 66, p. 283-288, 1994.
- GIL-MUNÓZ, R. et al. Evolution of phenolic compounds during Wine fermentation and post-fermentation: Influence of grape temperature. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 12, p. 259-272, 1999.
- MENEGUZZO, J. et al. Efeito da podridão do cacho na composição do mosto de *Vitis vinifera*, cv. Gewürztraminer. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 45-48, 1977.
- PARONETTO, L. **Polifenoli e tecnica enologica**. Milano: Edagricole, 1977. 324p.
- RIBÉREAU-GAYON, J. et al. **Sciences et techniques du vin**. Paris: Dunod, 1976. v.1, 671p.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Dosage de tanins du vin rouge et détermination de leur structure. **Chimie Analytique**, v. 48 n. 4, p. 188-196, 1966.
- RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des anthocyanes dans les vins rouges. **Bulletin de la Société Chimique de France**, v. 9, n. 419, p. 2649-2652, 1965.
- RIBÉREAU-GAYON, P. et al. Recherches technologiques sur les composés phenoliques des vins rouges. II. Les facteurs de dissolution des composés phenoliques. **Connaissance de la Vigne et du Vin**, v. 4, p. 133, 1970.
- RICARDO-da-SILVA, J. M. R.; SOUSA, I.; LAUREANO, O. Fatores condicionantes dos processos de vinificação e conservação na cor de vinhos portugueses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., Bento Gonçalves, 2003. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2003, p. 69-86.
- RIZZON, L. A. **Incidence de la macération sur la composition chimique des vins**. Talence, 1985. 225p. Tese (Doutorado). Université de Bordeaux II.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Acidez na vinificação em tinto das uvas Isabel, Cabernet Sauvignon e Cabernet Franc. **Ciência Rural**, v. 32, n. 3, p. 511-515, 2002a.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 192-198, 2002b.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Efeito da safra vitícola na composição da uva, do mosto e do vinho Isabel da Serra Gaúcha, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 959-964, 2006.
- RIZZON, L. A.; ZANUZ, M. C.; MIELE, A. Evolução da acidez durante a vinificação de uvas tintas de três regiões vinícolas do Rio Grande do Sul. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 21, p. 79-183, 1998.
- ROSIER, J. P. Novas regiões: vinho de altitude no sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., Bento Gonçalves, 2003. **Anais**. Bento Gonçalves: Embrapa, 2003, p.137-140.
- SAS INSTITUTE. Inc. SAS user's guide: statistics (software). Ver. 8.0. Cary, NC, 1999.
- SOUZA, S. C.; THEODORO, K. H.; SOUZA, É. R.; MOTTA, S. D A; GLÓRIA, M. B. A. Bioactive amines in Brazilian wines: types, levels and correlation with physic-chemical parameters. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 1, p. 53-62, 2005.
- THORNGATE, J. M.; SINGLETON, V. L. Reactions

of monomeric and polymeric avan-3-ols with monomeric pigment in model wine solutions.

American Journal of Enology and Viticulture, v. 45, p. 349-352, 1994.

ZOECKLEIN, B. W. et al. **Wine analysis and production**. New York: Chapman & Hall, 1994. 621p.