

Efeito da variabilidade espacial de solos do Vale dos Vinhedos na composição do vinho Merlot - Safra 2012

Alberto Miele*¹, Carlos Alberto Flores*², José Maria Filippini Alba*³

¹Pesquisador, Dr., Embrapa Uva e Vinho, CEP 95700-000 Bento Gonçalves, RS, Brasil

²Pesquisador, M.Sc., Embrapa Clima Temperado, CEP 96010-971, Pelotas, RS, Brasil

³Pesquisador, Dr., Embrapa Clima Temperado, CEP 96010-971, Pelotas, RS, Brasil

*E-mails: alberto.miele@embrapa.br, carlos.flores@embrapa.br, jose.filippini@embrapa.br

Resumo: A importação de vinhos tem dificultado a comercialização de produtos nacionais. Para mitigar este efeito, é necessário aumentar a competitividade do vinho brasileiro, o que pode ser obtido pela redução de custos e melhoria da qualidade. A competitividade pode ser atingida, em parte, com a aplicação de tecnologias de agricultura de precisão. Com este objetivo, estudou-se o efeito de cinco unidades de mapeamento de solos do Vale dos Vinhedos, RS, na composição do vinho Merlot de 2012, avaliando-se 39 variáveis, cujos parâmetros foram submetidos à análise de componentes principais. Três componentes representaram 91,49% da variação total e discriminaram, principalmente, os vinhos elaborados com uvas de videiras cultivadas em Argissolo e Neossolo. Os principais resultados mostram que o vinho do Argissolo Bruno Acinzentado Alítico abrupto caracterizou-se especialmente por valores elevados de variáveis relacionadas à cor, taninos e extrato seco. O vinho do Neossolo Regolítico Húmico típico caracterizou-se por valores mais elevados da alcalinidade das cinzas, alcoóis amílicos e soma de alcoóis superiores. Esses resultados evidenciam o efeito de diferentes unidades de mapeamento de solos na composição e qualidade do vinho, o que remete à importância de estudos pedológicos que visem ao uso racional de insumos nos vinhedos e à produção de vinhos com qualidade e tipicidade diferenciadas.

Palavras-chave: agricultura de precisão, viticultura de precisão, uva, videira, vitivinicultura

Effect of the spatial variability of soils of Vale dos Vinhedos, Brazil, on the composition of Merlot wine - 2012 vintage

Abstract: The presence of imported wines has caused difficulties to the commercialization of national products. With the objective to mitigate this effect, it is necessary to improve the competitiveness of Brazilian wines, which can be achieved by costs reduction and increased product quality. The use of technologies of precision agriculture could help to increase competitiveness. With this objective, the effect of five soil mapping unities on the composition of Merlot wine from Vale dos Vinhedos, RS, Brazil, was evaluated in 2012. Thirty nine variables were analyzed and their parameters submitted to principal component analysis. Three components accounted for 91.49% of the total variation, discriminating wines made from grapes grown in Ultisol and Entisol soils. Main results show that the wine from grapes grown in Ultisol was especially characterized by high values of color-related variables, tannins and dry extract. Wine from Entisol grapes was characterized by high ash alkalinity, amyl alcohols and sum of higher alcohols values. These results show the effect of distinct soil mapping unities on the composition and quality of wine, demonstrating the importance of soil studies concerning the rational use of inputs in vineyards and production of wines with differentiated quality and typicality.

Keywords: precision agriculture, precision viticulture, grape, grapevine, vitiviniculture



1. Introdução

A produção e comercialização de vinhos finos brasileiros têm sofrido séria concorrência de produtos importados, especialmente de países da América do Sul e europeus. A fim de mitigar essa situação, o setor vitivinícola nacional tem desenvolvido ações nas mais diversas áreas. Dessa forma, tem-se verificado um empenho acentuado das instituições ligadas ao setor e de algumas empresas líderes na busca de uma melhor qualidade, através da adoção de tecnologias vitícolas e enológicas modernas. Dentre as tecnologias vitícolas, há preocupação com o manejo dos solos. Na Serra Gaúcha, eles têm estrutura, textura e composição físico-química que podem variar em espaços diminutos, as quais podem ter efeito considerável na produtividade e na qualidade da uva e do vinho. E esse é um tópico abordado pela agricultura de precisão (AP), que pode ser definida como o manejo de uma cultura numa área com escala espacial e temporal menor que a área dessa cultura como um todo (PLANT; PETTYGROVE; REINERT, 2000).

O emprego da AP é uma tecnologia relativamente nova no cultivo da videira, então denominada de viticultura de precisão (VP), destacando-se os trabalhos pioneiros conduzidos nos Estados Unidos (WAMPLE; MILLS; DAVENPORT, 1999) e na Austrália (BRAMLEY; PROFFITT, 1999). Portanto, a utilização de tecnologias de VP constitui-se em importante ferramenta para melhorar a qualidade e a competitividade do vinho brasileiro.

No Brasil, estão sendo conduzidas pesquisas em duas diferentes áreas geográficas, i.e., no Rio Grande do Sul, a região vitivinícola mais austral do país, especialmente na Serra Gaúcha (29° S), onde predominam uvas destinadas à elaboração de vinho e de suco de uva, e no Nordeste (9° S), especialmente nos estados de Pernambuco e Bahia, onde se destaca a produção de uva de mesa. Até o momento, entretanto, não há resultados finais sobre essas pesquisas, mas resultados parciais têm sido apresentados e publicados em eventos científicos (FLORES et al., 2010; MIELE et al., 2010; FILIPPINI et al., 2011; MIELE; FLORES; FILIPPINI ALBA, 2011, 2012;; NASCIMENTO et al., 2011a, b).

Devido à importância que podem exercer as tecnologias de agricultura de precisão na qualidade da uva e do vinho, conduziu-se este trabalho visando a determinar o efeito de cinco unidades de mapeamento de solos do Vale dos Vinhedos nas características físico-químicas do vinho Merlot.

2. Material e Métodos

O trabalho foi realizado em vinhedos do cv. Merlot, clone 347, enxertado sobre o porta-enxerto Paulsen 1103, localizados no Vale dos Vinhedos, município de Bento Gonçalves, RS. Esses vinhedos, inclusive plantas e fileiras de videiras, foram georreferenciados com estação total (Sokkia SET 610) e GPS geodésico (Sokkia GSR 2600). Foram feitos perfis dos solos e coleta de amostras para análises físico-químicas, as quais mostraram que nesses vinhedos há três classes taxonômicas e 10 unidades de mapeamento de solo (Figura 1) (FLORES et al., 2010).

Colheram-se amostras de 40 kg de uva de cinco 'agrupamentos' de unidades de mapeamento de solo em março de 2012, ou seja: *amostra 1* - ARG1 (PBACal 3 - Argissolo Bruno Acinzentado Alítico abrupto, A proeminente, textura franco-argilosa/argilosa, relevo ondulado, 13% a 20%) + PBACal 2 (Argissolo Bruno Acinzentado Alítico abrupto, A proeminente, textura franco-argilosa/argilosa, relevo moderadamente ondulado, 8% a 13%); *amostra 2* - CXve 3 (Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico, A moderado, textura franco-argilosa/argilosa, relevo forte ondulado, 20% a 45%) + CXve 2 (Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico, A moderado, textura franco-argilosa/argilosa, fase pedregosa, relevo forte ondulado, 20% a 45%); *amostra 3* - RRh 4 (Neossolo Regolítico Húmico típico, textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta, fase pedregosa, relevo forte ondulado, 20% a 45%); *amostra 4* - RRh 1 (Neossolo Regolítico Húmico típico, textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta, fase pedregosa, relevo suave ondulado, 3% a 8%) + RRh 2 (Neossolo Regolítico Húmico típico, textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta, fase pedregosa, relevo moderadamente ondulado, 8% a 13%) + RRh 3 (Neossolo Regolítico Húmico típico,

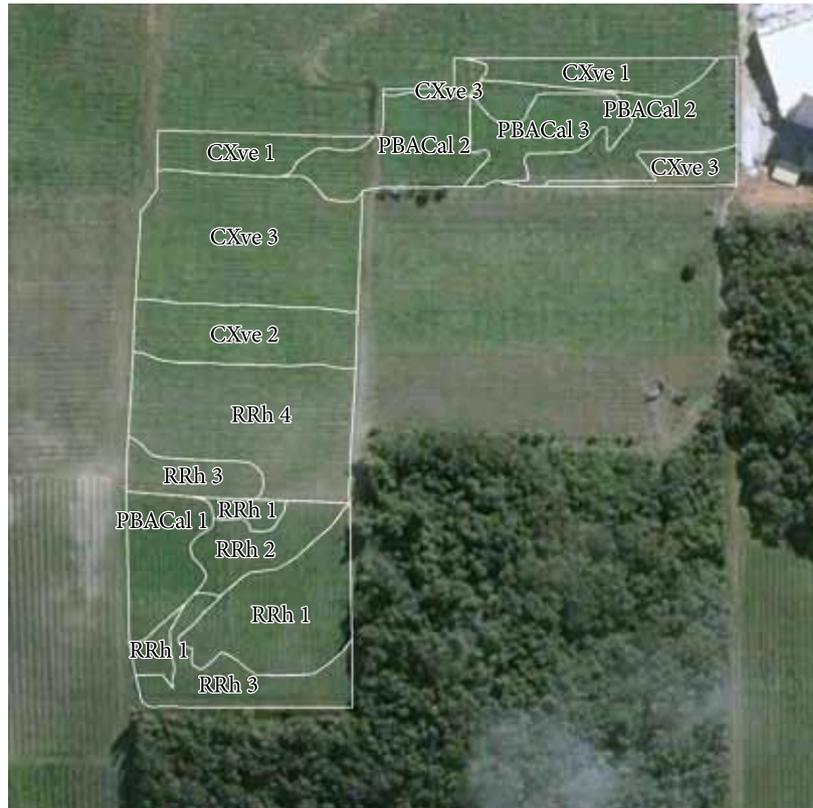


Figura 1. Mapa da Unidade de Pesquisa Uva para Vinho, no Vale dos Vinhedos, RS, mostrando as classes taxonômicas e unidades de mapeamento. Fonte: Flores et al., 2010. Foto: Google Earth, julho de 2007.

textura franco-argilo-arenosa cascalhenta/franca cascalhenta, fase pedregosa, relevo ondulado, 13% a 20%); amostra 5 - PBACal 1 (Argissolo Bruno Acinzentado Alítico típico, A moderado, textura argilosa, relevo suave ondulado, 3% a 8%).

Transportada ao Laboratório de Microvinificação, a uva foi esmagada, separada da ráquis e transferida para recipientes de vidro de 20 L, adicionando-se 50 mg L⁻¹ de SO₂ em cada um deles. A seguir, adicionou-se 0,20 g L⁻¹ de levedura seca ativa (*Saccharomyces cerevisiae*), fechando-se os recipientes com rolhas de borracha e válvulas de Müller. Após oito dias de fermentação alcoólica, os vinhos foram deburbados e transferidos para recipientes de vidro de 9 L, também fechados com tampa de borracha e válvulas de Müller, os quais foram armazenados a 24 °C±1 °C até que a concentração de açúcar fosse menor que 4 g L⁻¹. A fermentação malolática ocorreu naturalmente e seu término foi verificado por cromatografia de papel. Adicionou-se, então, SO₂ até a concentração de 50 mg L⁻¹, transferindo os vinhos para garrafas

de 750 mL, as quais foram fechadas com rolhas de cortiça e armazenados a 15 °C±1 °C em sala com temperatura controlada.

As análises físico-químicas foram realizadas no segundo semestre de 2012. As variáveis avaliadas foram: densidade, álcool, pH, acidez titulável, acidez volátil, açúcares redutores, extrato seco, extrato seco reduzido, relação álcool em peso/extrato seco reduzido, cinzas, alcalinidade das cinzas, ácido tartárico, ácido láctico, DO 420 nm, DO 520 nm, DO 620 nm, intensidade de cor, matiz, antocianinas, taninos, polifenóis totais, acetaldeído, acetato de etila, metanol, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, alcoóis amílicos, soma dos alcoóis superiores, P, K, Ca, Mg, Na, Mn, Cu, Fe, Zn, Li e Rb.

As variáveis clássicas foram determinadas por métodos físico-químicos (RIBÉREAU-GAYON et al., 1982); as antocianinas, por diferença de pH; os taninos, por hidrólise ácida; as DO 420 e DO 520 nm, por espectrofotometria UV/VIS usando célula de 1 mm de percurso óptico e a

DO 620 nm usando célula de 10 mm de percurso ótico (RIBÉREAU-GAYON; STONESTREET, 1965, 1966).

Os ácidos tartárico e málico foram analisados com um aparelho HPLC Perkin Elmer trabalhando em condições isocráticas, equipado com injetor Rheodyne e um detector de Diodo 235C (AUGUSTE, 1979). Os ácidos orgânicos foram separados por uma coluna de fase reversa, 4,6 mm de diâmetro interno e 15 cm de comprimento (Varian MCH-NCAP-5); ambos os ácidos foram determinados com comprimento de onda de 212 nm. Como eluente foi utilizada água ultrapura, acidificada com ácido fosfórico a pH 2,5. As concentrações desses ácidos orgânicos foram determinadas usando padrões internos.

Os compostos voláteis foram determinados com um cromatógrafo a gás Perkin Elmer GS AutoSystem XL com detector de ionização de chama, equipado com coluna capilar de 60 m de comprimento, fase estacionária de polietileno glicol WAX (N9316406). As amostras de vinho (3 µL) foram injetadas diretamente no cromatógrafo. O padrão interno foi uma solução a 10% de 4-metil-2-pentanol a 1 g L⁻¹ (BERTRAND, 1975).

Os minerais foram determinados com um espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer, modelo 2380, e detector de ionização de chama. Eles foram analisados sem preparo prévio, mas, quando necessário, foram diluídos em água deionizada ultrapura (Milli-Q). A concentração de cada mineral foi determinada de acordo com a curva de calibração, usando soluções-padrão Merck. Assim, os minerais K, Na e Rb foram determinados usando emissão de chama; Ca, Mn, Fe e Zn, usando absorção atômica; P, com molibdato de amônio (PERKIN..., 2000).

Os dados da composição dos vinhos dos cinco agrupamentos de unidades de mapeamento de solo foram avaliados pela análise de componentes principais (HAIR et al., 1995).

3. Resultados e Discussão

A análise de componentes principais mostra que os três componentes mais importantes foram responsáveis por 91,49% da variação total, ou seja, 39,40% pelo CP1, 34,23% pelo CP2 e 17,86% pelo CP3 (Figura 2).

O CP1 discriminou as variáveis (Figura 2A) - valores entre parênteses representam o coeficiente de correlação r entre as variáveis e os componentes principais - índice de polifenóis totais (IPT) (-0,95), lítio (Li) (-0,94), magnésio (Mg) (-0,94), DO 420 (420) (-0,91), extrato seco (EXS) (-0,91), ferro (Fe) (0,91), extrato seco reduzido (ESR) (-0,90), metanol (MET) (0,88), ácido tartárico (ACT) (0,81), DO 620 (620) (-0,81), antocianinas (ANT) (-0,80), relação álcool em peso/extrato seco reduzido (AER) (0,77), taninos (TAN) (-0,78), manganês (Mn) (-0,78), acetato de etila (AET) (-0,75), sódio (Na) (-0,73), álcool (ALC) (-0,72) e intensidade de cor (INC) (-0,70).

O CP2 discriminou (Figura 2A) alcalinidade das cinzas (ACI) (0,99), 2-metil-1-propanol (MEP) (0,98), soma dos alcoóis superiores (SAS) (0,96), alcoóis amílicos (AAM) (0,95), 1-propanol (PRO) (0,95), acidez volátil (AVO) (0,91), potássio (K) (0,87), densidade (DEN) (0,84), cinzas (CIN) (0,83), ácido láctico (ACL) (0,80), DO 520 (520) (-0,80) e pH (PH) (0,78).

O CP3 (Figura 2C) discriminou acetaldeído (ACE) (0,96), açúcares redutores (ARE) (0,87), fósforo (P) (0,74), matiz (MAT) (-0,74), cálcio (Ca) (0,72), zinco (Zn) (-0,56) e rubídio (Rb) (-0,56).

A acidez titulável (ATI) e o cobre (Cu) não foram discriminados por nenhum dos componentes principais (Figuras 2A e 2C).

Constatarem-se efeitos discriminantes do CP1 no vinho ARG1 (Argissolo: PBACal 3+2) e, menos intensamente, no CAMB (Cambissolo: CXve 3+2); do CP2, que discriminou o vinho NEO2 (Neossolo: RRh 1+2+3) e, menos intensamente, o NEO1 (Neossolo: RRh 4) (Figura 2B); e do CP3, que discriminou o ARG2 (PBACal 1) e, menos intensamente, o ARG2 (Argissolo: PBACal 1) (Figura 2D).

Os principais resultados mostram que o vinho ARG1 caracterizou-se por valores elevados de DO 420, DO 620, intensidade de cor, índice de polifenóis totais, antocianinas, taninos, extrato seco, extrato seco reduzido, acetato de etila, Na, Mg, Mn e Li, e menores da relação álcool em peso/extrato seco reduzido, ácido tartárico, metanol e Fe. O vinho CAMB (Figura 2B), em geral, teve valores opostos ao do ARG1. O vinho NEO2 caracterizou-se por valores elevados de densidade, pH, cinzas, alcalinidade das cinzas, ácido láctico, 1-propanol, 2-metil-1-propanol, alcoóis amílicos,

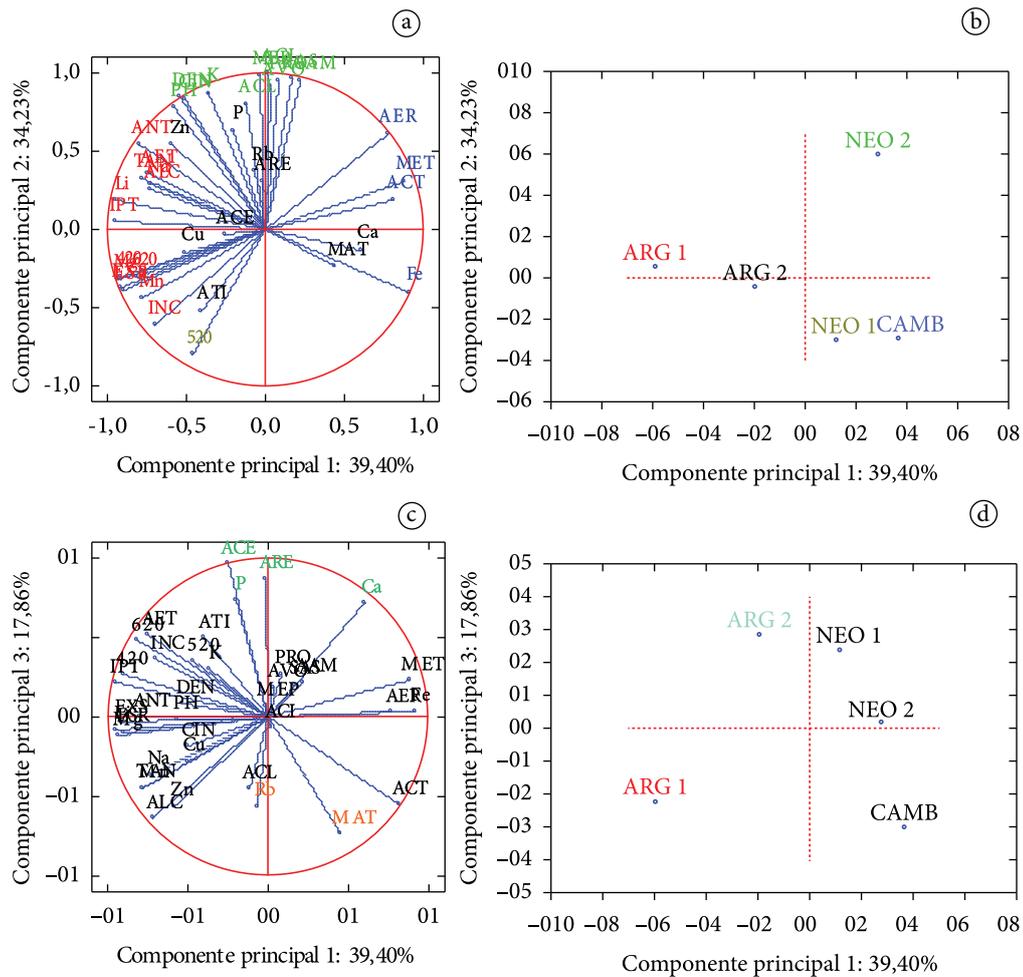


Figura 2. Projeção das variáveis (A) e dos vinhos (B) no plano formado pelos componentes principais 1 x 2 e das variáveis (C) e dos vinhos (D) no plano formado pelos componentes principais 1 x 3. *Legenda das variáveis:* DEN= densidade, PH= pH, AT= acidez titulável, AVO= acidez volátil, ALC= álcool, ARE= açúcares redutores, 420= DO 420, 520= DO 520, 620= DO 620, INC= intensidade de cor, MAT= matiz, IPT= índice de polifenóis totais, ANT= antocianinas, EXS= extrato seco, ESR= extrato seco reduzido, AER= relação álcool em peso/extrato seco reduzido, CIN= cinzas, ACI= alcalinidade das cinzas, TAN= taninos, AET= ácido tartárico, ACL= ácido lático, ACE= acetaldeído, AET= acetato de etila, MET= metanol, PRO= 1-propanol, MEP= 2-metil-1-propanol, AAM= alcoóis amílicos, SAS= soma dos alcoóis superiores, K= potássio, Na= sódio, Ca= cálcio, Mg= magnésio, Mn= manganês, Cu= cobre, Fe= ferro, Zn= zinco, Rb= rubídio, Li= lítio, P= fósforo. *Legenda dos vinhos:* ARG1= Argissolo Bruno Acinzentado Alítico abrupto, ARG2= Argissolo Bruno Acinzentado Alítico típico, NEO1= Neossolo Regolítico Húmico típico ondulado, NEO2= Neossolo Regolítico Húmico típico suave, moderadamente e ondulado, CAMB= Cambissolo Háptico Ta Eutrófico típico.

soma dos alcoóis superiores, K e, também de P, e menores de DO 520 e, em parte, de intensidade de cor. O vinho ARG2 caracterizou-se por valores elevados da relação álcool/extrato seco reduzido, acetato de etila e Ca, e menores de matiz e Rb.

Os vinhos avaliados apresentaram composição físico-química que estão em concordância com a Legislação Brasileira (BRASIL, 2009). Além disso, os parâmetros de algumas variáveis-chave, como álcool, pH, extrato seco, intensidade de cor

e taninos, foram similares aos de vinhos Merlot registrados em trabalhos realizados na Serra Gaúcha (RIZZON; MIELE, 2003, 2009; MIELE; RIZZON; MANDELLI, 2009).

4. Conclusões

A análise de componentes principais discrimina cinco vinhos elaborados de diferentes

agrupamentos de unidades de mapeamento de solo pela sua composição físico-química. Esses agrupamentos são resultado de três classes taxonômicas, i.e., Argissolo, Cambissolo e Neossolo, e de 10 unidades de mapeamento de solo. A discriminação desses vinhos permite sua classificação hierárquica e orienta os enólogos a preparar cortes de vinhos com tipicidades diferenciadas e que visem a consumidores que tenham paladares distintos.

Agradecimentos

À Vinícola Miolo, pela parceria e colaboração em ceder os vinhedos que fizeram parte deste trabalho; aos engenheiros agrônomos Ciro Pavan e Mário Fochesato, dessa empresa, que, quando solicitados, colaboraram com a logística necessária à realização das atividades; aos colegas da Embrapa Uva e Vinho, pela sua participação na elaboração e análise dos vinhos, especialmente à Dra. Gisele Perissutti, Srta. Leticia Flores, Sra. Magda Beatriz Gatto Salvador, Sr. Celso Guarani Ruiz de Oliveira e Sr. Irineo Dall'Agnol; ao Sr. Henrique F. Levien e à Sra. Daiane H. Zarnott, pela participação nas atividades de registro e amostragem de solos; à bolsista do CNPq, Srta. Cristiane Bárbara Badalotti, pela participação nas atividades de execução e registro de dados; e a todas as pessoas que, anonimamente, auxiliaram na execução das atividades durante a realização deste trabalho.

Referências

AUGUSTE, M. H. **Application de la chromatographie en phase liquide à haute pression à l'analyse des moûts et des vins**. 1979. Thèse (Doctorat)-Université de Bordeaux II, 1979.

BERTRAND, A. **Recherches sur l'analyse des vins par chromatographie en phase gazeuse**. 1975. Thèse (Doctorat)-Université de Bordeaux II, 1975.

BRAMLEY, R. G. V.; PROFFITT, A. P. B. Managing variability in viticultural production. **The Australian & New Zealand Grapegrower & Winemaker**, n. 427, p. 11-16, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 6.871, de 14 de julho de 2009. Regulamenta a Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 05 jun. 2009. Seção 1, p. 20-29.

FILIPPINI ALBA, J. M.; MIELE, A.; FLORES, C. A.; PAVAN, C.; FOCHESSATO, M.; LEVIEN, E.; ZARNOTT, H. D. Variabilidade espacial dos atributos físicos e químicos de solo e planta na UP Uva para Vinho, Bento Gonçalves, RS. In: CONVENÇÃO DA REDE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2011, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011.

FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M.; LEVIEN, H. F.; ZARNOTT, D. H.; MIELE, A.; PAVAN, C. Levantamento detalhado dos solos e a viticultura de precisão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33., 2010, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. 4 p. 1 CD-ROM. Resumo expandido.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate data analysis: with readins**. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1995.

MIELE, A.; FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M. Status atual da pesquisa de viticultura de precisão no Rio Grande do Sul: primeiros resultados da UP Uva para Vinho. In: CONVENÇÃO DA REDE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2011, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011.

MIELE, A.; FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M. Spatial variability of Inceptisol and Entisol soils and their effect on Merlot grape must composition. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 11., 2012, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: International Society of Precision Agriculture, 2012. 1 CD-ROM. Abstract 1181.

MIELE, A.; LAZZAROTTO, M.; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. Viticultura de precisão: uma ferramenta tecnológica para melhorar a qualidade e a competitividade do vinho brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 4., 2010, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. 3 p. 1 CD-ROM. Resumo expandido.

MIELE, A.; RIZZON, L. A.; MANDELLI, F. Manejo do dossel vegetativo da videira e seu efeito na composição do vinho Merlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 463-470, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000500005>

NASCIMENTO, P. S.; ROCHA, M. G.; SILVA, J. A.; COSTA, B. R. S.; RABELLO, L. M.; BASSOI, L. H. Zonas homogêneas de condutividade elétrica aparente em Neossolo Quartzarênico no Semiárido. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011a. p. 290-293.

NASCIMENTO, P. S.; SILVA, J. A.; COSTA, B. R. S.; BASSOI, L. H. Visualização espacial do teor foliar de N total em videira com uso do medidor portátil de clorofila na folha. In: INAMASU, R. Y.; NAIME, J. M.; RESENDE, A. V.; BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. C. **Agricultura de precisão: um novo olhar**. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011b. p. 286-289.

PERKIN ELMER. **Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry**. Perkin Elmer, 2000.

PLANT, E.; PETTYGROVE, G. S.; REINERT, W. R. Precision agriculture can increase profits and limit environmental impacts. **California Agriculture**, v. 54, n. 4, p. 66-71, 2000. <http://dx.doi.org/10.3733/ca.v054n04p66>

RIBÉREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; SUDRAUD, P.; RIBÉREAU-GAYON, P. **Traité d'œnologie**: sciences et techniques du vin: analyse et contrôle des vins. 2. ed. Paris: Dunod, 1982

RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Le dosage des anthocyanes dans le vin rouge. **Bulletin de la Société Chimique de France**, v. 9, p. 2649-2652, 1965.

RIBÉREAU-GAYON, P.; STONESTREET, E. Dosage des tanins du vin rouge et détermination de leur structure. **Chimie Analytique**, v. 48, p. 188-196, 1966.

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Merlot para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 156-161, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612003000400029>

RIZZON, L. A.; MIELE, A. Características analíticas do vinho Merlot da Serra Gaúcha. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1913-1916, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000109>

WAMPLE, R. L.; MILLS, L.; DAVENPORT, J. R. Use of precision farming practices in grape production. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PRECISION AGRICULTURE, 4., 1998, St. Paul. **Proceedings...** Minneapolis: University of Minnesota, 1999. p. 897-905.