

Análise multicritério apoiada por sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados à viticultura: uma base de dados georreferenciados para a Rede de Agricultura de Precisão - AP2 da Embrapa

Rosemary Hoff¹
Jorge Ricardo Ducati²
Magda Bergmann³
Guilherme da Costa Menezes¹

¹ Embrapa Uva e Vinho - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Rua Livramento, 515 – CEP. 95700-000 - Bento Gonçalves – RS - Brasil
rosehoff@cnpuv.embrapa.br

² Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia - UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500 – CEP. 91501-970 - Porto Alegre – RS - Brasil
jorge.ducati@ufrgs.br

³ Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – Serviço Geológico do Brasil
Rua Banco da província, 105 – CEP 90840-030 - Porto Alegre – Brasil
magda.bergmann@cprm.gov.br

Abstract. Results in the characterization of wine terroir in the Serra do Sudeste viticultural region in south Brazil are reported in this paper. This area produces fine wines from Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc, Malvasia de Cândia, Sauvignon Blanc, Gammay, Riesling Itálico e Chardonnay. Several areas in Brazil are being studied to define new wine terroirs and improve the quality of Brazilian wines. This paper reports what is being done, by Embrapa (Brazilian Agricultural Research Corporation) and its partners Remote Sensing and Meteorological Research Center (CEPSRM/UFRGS) and Brazilian Geological Survey (CPRM), in the Pinheiro Machado region, at Rio Grande do Sul State. Satellite images from several resolutions (HYPERION and ALOS) were used: digital elevation models were built and used to define areas adequate to vine growing by slope, exposition, and altitudes above 350 m. Spectroradiometry of image samples was performed, to identify several varieties of vinery were used to obtain their spectral response. Data were crossed to zoning the vinery, resulting in analysis of the distribution of the grape varieties upon slope, exposition and altimetry. The study concludes that the use of remote sensing resources and associated geotechnologies are effective to precision agriculture. Overall, the analysis of spectral and relief data showed a zoning of the vineyard area, indicating the differences of management practices for the vine, just enough for the design of precision agriculture project of Embrapa, which is the transfer of technologies to producers.

Palavras-chave: remote sensing, precision agriculture, vineyard zoning, sensoriamento remoto, processamento de imagens, agricultura de precisão, zoneamento do vinhedo.

1. Introdução

O conhecimento do território das regiões vitivinícolas brasileiras (RVB) e sua diversidade de uso e cobertura do solo, os biomas em que se inserem, bem como os atributos do relevo, valorizam os produtos oriundos destes sistemas agrícolas, de modo a minimizar impactos ambientais e proporcionar uma maior rentabilidade aos produtores. O estudo focado na área plantada com as cultivares viníferas (*vitis vinifera*) pode detalhar a variabilidade espaço-temporal de uma cultivar.

Softwares livres têm apoiado a organização de dados espacializados em sistemas de informação geográfica (SIG), bem como processamento digital de imagens, permitindo a análise espacial, a modelagem e a consulta a bancos de dados espaciais (Câmara et al., 1996). O Projeto Bacchus na União Européia foi concebido como SIG para o inventário e gestão da vinha, com participação de instituições públicas e privadas de estados da União Européia

(Luz, 2008). Vaudour (2002) definiu unidades de paisagem vitícola por meio de imagens orbitais e SIG.

Na Região Vitivinícola Serra do Sudeste (RS), Hoff et al. (2007b, 2009a, 2009b, 2010) investigaram o relevo em função da aptidão para viticultura. Cemin e Ducati (2008) investigaram a resposta espectral de uvas e Ducati et al. (2009) compararam estudos de relevo por meio de dados orbitais distintos na região de Pinheiro Machado. A vitivinicultura brasileira busca qualificação do produto apoiada em tecnologias desde o plantio até o processo industrial com vistas à afirmação de seu produto no mercado interno e externo (Protas et al., 2002; Tonietto & Zanus, 2007).

A utilização de dados geográficos em SIG tem sido uma base importante nos estudos da Embrapa sobre agricultura de precisão nas regiões vitivinícolas brasileiras (RVB), abordando a análise do relevo frente aos principais atributos para a viticultura, como altimetria, declividade e exposição solar (Tonietto et al. 2005).

O levantamento do uso e cobertura do solo, detalhando as áreas de *vitis vinifera*, busca ressaltar as características espectrais em função do vigor da planta, sanidade e quantidade de água.

O objetivo geral destes estudos é a caracterização espectral e orbital da videira e do ambiente associado nas RVB, tendo como objetivos específicos: 1) caracterizar o relevo em seus aspectos importantes para a videira; 2) identificar a resposta espectral de variedades de videira em escala de folhas e de dossel; 3) mapear a distribuição espacial e temporal das variedades de videira, em relação aos atributos agrônômicos; 4) integrar os dados de relevo e espectrais para estabelecer sua variação espaço-temporal.

Neste trabalho, são apresentados resultados de uma área situada na Folha Pinheiro Machado (SH.22-Y-C-V-1, escala 1:50.000), mostrada na Figura 1.

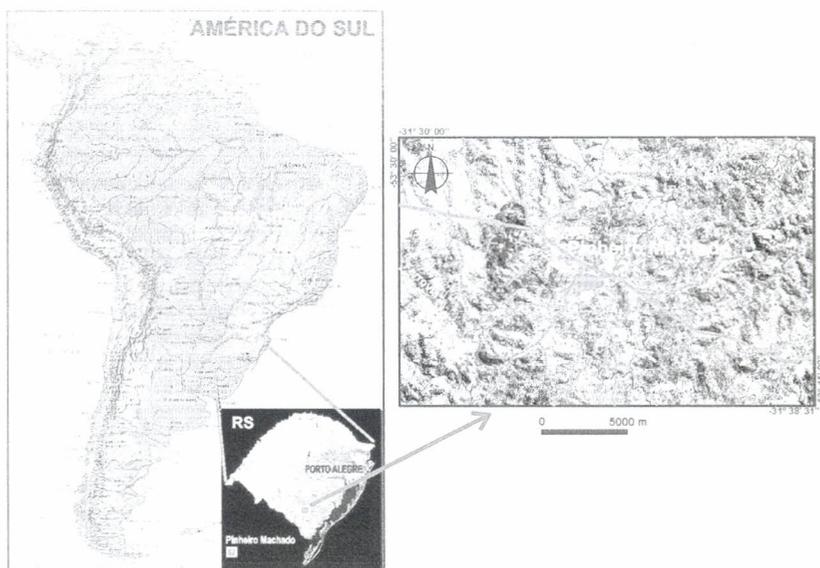


Figura 1. Localização da área de estudo em Pinheiro Machado, RS, Brasil. No detalhe, composição colorida de imagem ALOS AVNIR com relevo sombreado.

2. Material e método

Os materiais empregados neste estudo foram imagens orbitais de alta resolução espacial Advanced Land Observing Satellite - ALOS (ALOS, 2009) de abril de 2008, para atualização do uso e cobertura do solo, a fim de caracterizar a viticultura e o ambiente associado e

imagem hiperespectral Hyperion de maio de 2003 para caracterização espectral de cultivares dos vinhedos.

Para processar os dados, foram empregados softwares Envi 4.7 (RSI), Idrisi Kilimanjaro (Clark Labs, 2005) e Spring 5.1.1 (Câmara et al. 1996). A base cartográfica utilizada foram dados vetoriais na escala 1:50000 da DSG/1ª DL do Exército Brasileiro, para elaboração do Modelo digital de Elevação – MDE, reamostrado para 10 metros. O sistema de referência utilizado foi SIRGAS 2000.

As principais diretrizes metodológicas da área de SR & SIG da Rede de Agricultura de Precisão nas RVB são:

- 1) caracterização do relevo por processamento de modelo digital de elevação para as regiões vitícolas brasileiras;
- 2) mapeamento dos cultivos vitícolas e do uso e cobertura do solo por processamento digital de imagens orbitais;
- 3) medida da resposta espectral das variedades de videira;
- 4) organização dos dados em biblioteca espectral das regiões vitícolas brasileiras;
- 5) desenvolvimento de SIG e WEBSIG vitícola.

Neste trabalho, parte desta metodologia foi adotada para uma área piloto da região Vitícola Serra do Sudeste; O índice de vegetação (NDVI) foi aplicado para verificar a variabilidade dentro das parcelas de cada cultivar. Foi feita a análise do relevo a partir do modelo digital de elevação (MDE), sendo gerada a altimetria, declividade e exposição solar e estabelecidas conforme classes importantes para a videira. A imagem hiperespectral forneceu a assinatura espectral remota de seis cultivares da propriedade.

3. Resultados e discussão

A área piloto escolhida está localizada na Região Vitivinícola serra do Sudeste, sendo os vinhedos pertencentes à Terrasul Vinhos finos Ltda., situados na rodovia BR-293, a aproximadamente sete quilômetros a leste da área urbana de Pinheiro Machado, RS (Figura 2). Nesta propriedade, foram implantados vinhedos das cultivares Cabernet Sauvignon, Merlot, Cabernet Franc, Malvasia de Candia, Sauvignon Blanc, Gammay, Riesling Itália e Chardonnay.

Foram obtidos dois conjuntos de dados, um conjunto sobre a caracterização dos atributos do relevo aplicados à viticultura a partir da modelagem do MDE e outro conjunto de dados que caracterizaram os atributos espectrais dos vinhedos.

Os produtos derivados do MDE (Figura 3) foram comparados com a distribuição das cultivares. A altimetria foi segmentada de 10 em 10 metros, variando entre as cotas 360 a 430 m, onde no intervalo de 360-370 m tem-se cultivares Sauvignon Blanc e Cabernet Sauvignon e, nas porções mais elevadas da propriedade (400-410 m) tem-se Merlot e Cabernet Sauvignon.

A declividade foi fatiada a fim de contemplar o manejo da videira na região, observando-se que os vinhedos estão distribuídos sobre relevos planos (44 %), suave ondulados (31 %) e ondulados (25 %), não ocorrendo sobre a classe forte ondulada, ou seja, a declividade 30-45%, sendo que declividades maiores do que 45 % não foram observadas no entorno da área estudada.

A exposição solar foi segmentada em quatro direções, com predomínio da exposição Norte, seguida de Oeste, tendo-se apenas a metade de uma pequena área de Cabernet Sauvignon com exposição Sul.

O índice de vegetação (NDVI) sugere alto vigor vegetativo, o que pode estar relacionado com a fase de crescimento da planta, quantidade de água numa área de Malvasia de Candia (Figura 4). Na imagem Hyperion, foram escolhidas áreas referentes às cultivares Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Malvasia de Candia, Merlot, Riesling Itália e Sauvignon Blanc

(Figura 5). Os espectros de vinhedos obtidos a partir desta imagem hiperespectral mostraram diferenças mais significativas para a variedade Sauvignon Blanc em relação às outras que foram medidas (Figura 6E).

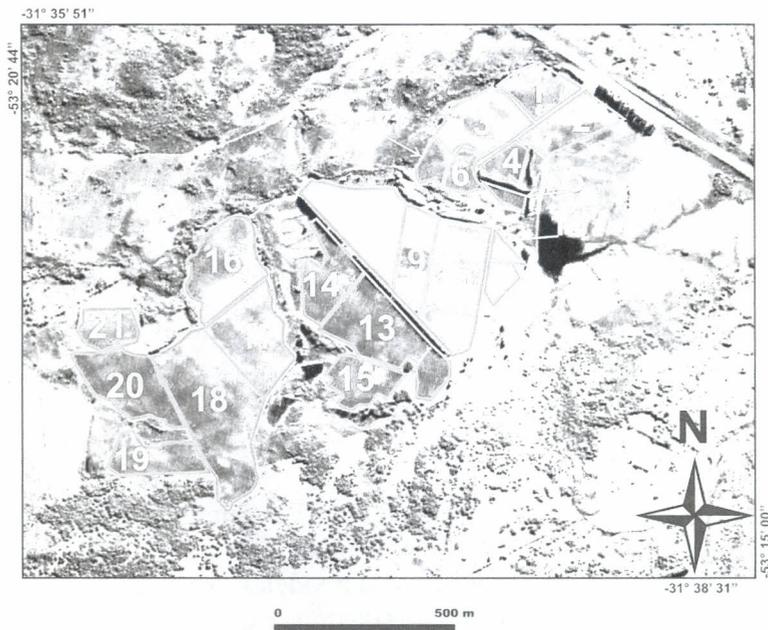


Figura 2. Imagem ALOS PRISM mostrando em detalhe os vinhedos da área estudada, com as seguintes cultivares: 1. Cabernet Sauvignon, 2. Merlot, 3. Cabernet Franc, 4. Merlot, 5. Cabernet Sauvignon, 6. Cabernet Franc, 7. Cabernet Sauvignon, 8. Malvasia de Candia e Cabernet Sauvignon, 9. Merlot, Malvasia de Candia e Sauvignon Blanc, 10. Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon, Gammay e Merlot, 11 e 12. Riesling Itáliaico, 13. Malvasia de Candia e Sauvignon Blanc, 14. Malvasia de Candia, 15 e 16. Cabernet Sauvignon, 17 e 18. Merlot e Cabernet Franc, 19. Cabernet Franc, 20. Cabernet Franc, Cabernet Sauvignon e Chardonnay e 21. Sauvignon Blanc.

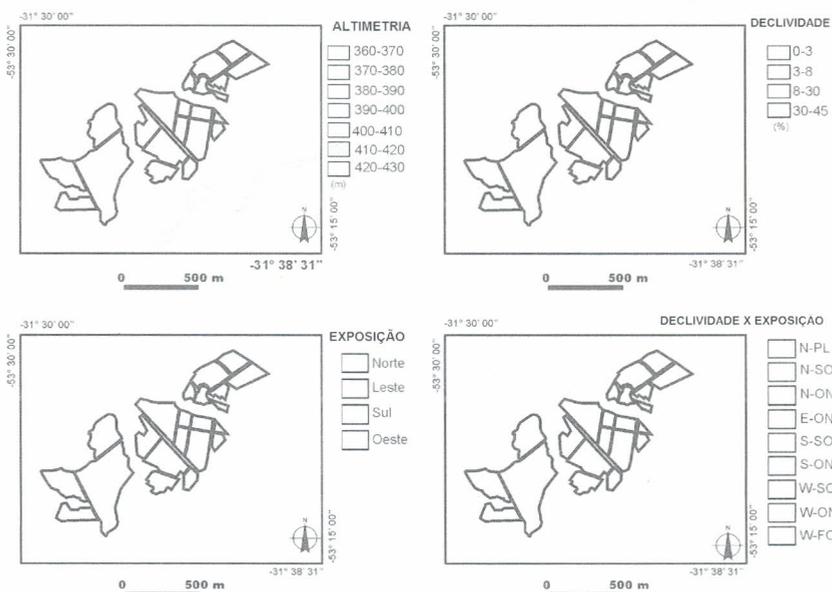


Figura 3. Modelo digital de elevação feito a partir de dados vetoriais com média resolução. O produto do cruzamento da declividade pela exposição solar resultou nas classes; N-PL (norte plano), N-SO (norte suave ondulado), N-ON (norte ondulado), E-ON (leste ondulado), S-SO (sul suave ondulado), W-SO (oeste suave ondulado), W-ON (oeste ondulado), W-FO (oeste forte ondulado).

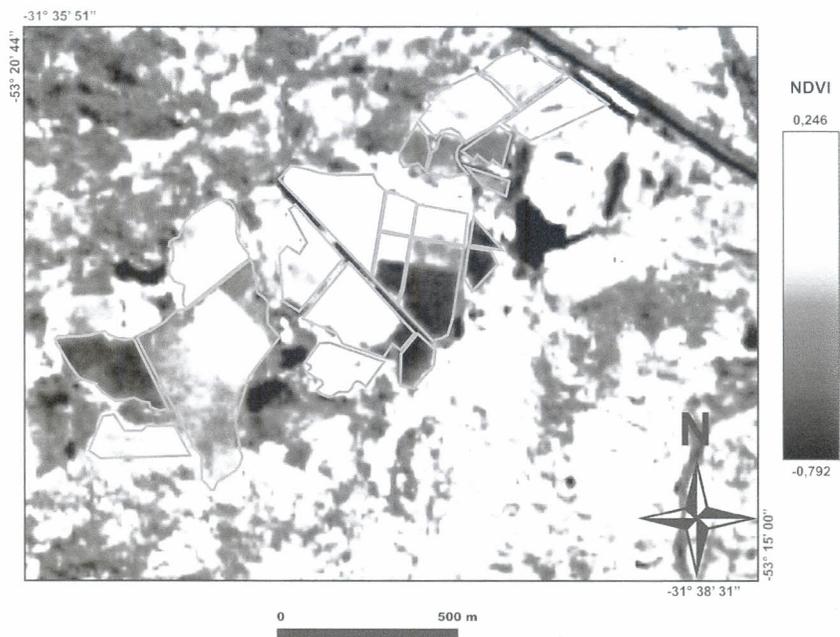


Figura 4. Imagem NDVI sobre ALOS AVNIR, mostrando a variabilidade de vigor de planta entre variedades e na mesma variedade.

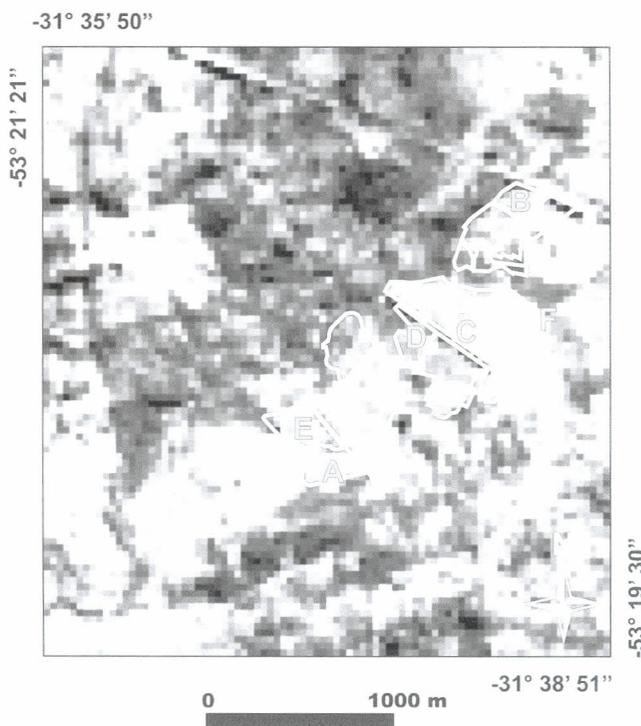
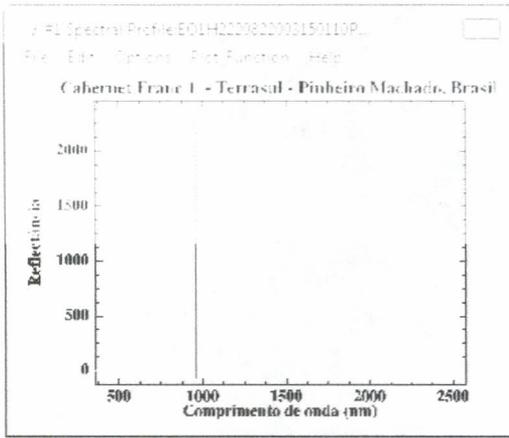
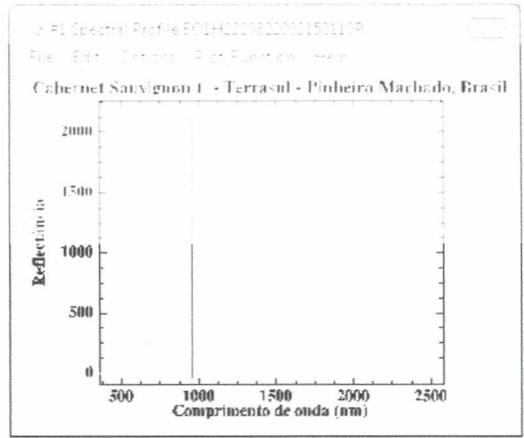


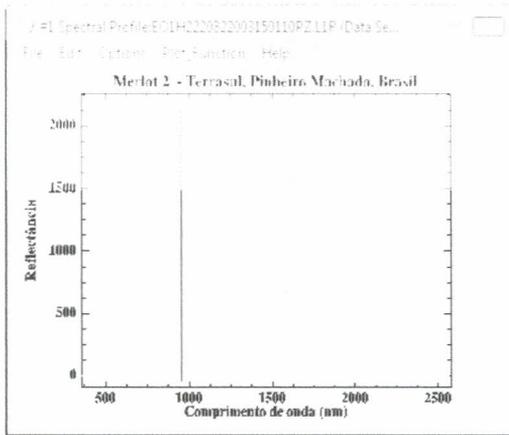
Figura 5. Composição colorida de Imagem Hyperion R35G40B60, indicando os locais referentes às cultivares medidas: A – Cabernet Franc; B – Cabernet Sauvignon; C – Merlot; D – Malvasia de Candia; E – Sauvignon Blanc e F – Riesling Itálico.



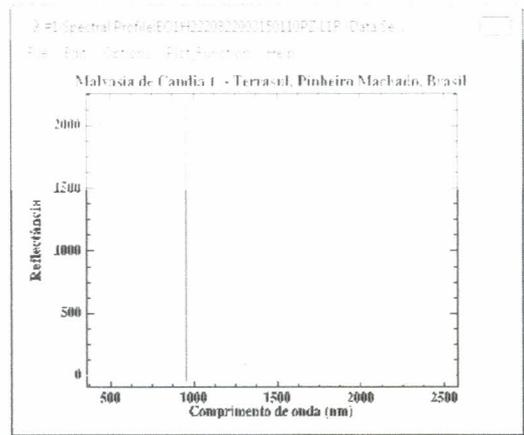
A



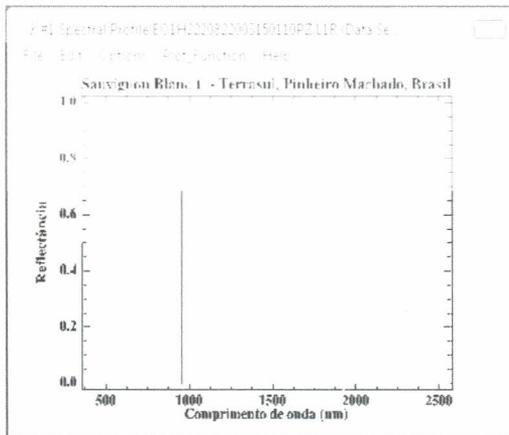
B



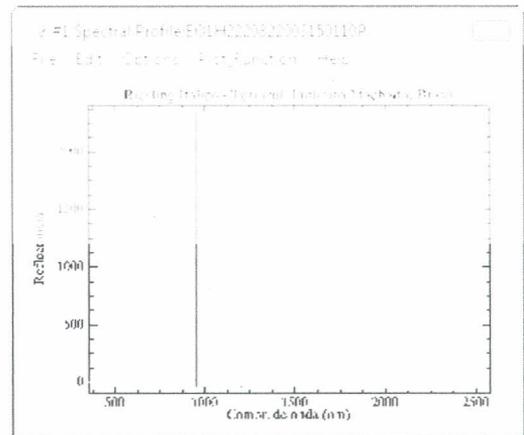
C



D



E



F

Figura 6. Espectros obtidos da imagem Hyperion a partir de vinhedos de vitis vinifera da Terrasul Vinhos Finos Ltda. em Pinheiro Machado, Brasil. A – Cabernet Franc; B – Cabernet Sauvignon; C – Merlot; D – Malvasia de Candia; E – Sauvignon Blanc e F – Riesling Itálico.

4. Conclusões e recomendações

O estudo do relevo mostrou que se podem combinar fatores importantes para o vinhedo, permitindo um zoneamento controlado ao manejo da videira, cruzando-se declividades com exposição solar e ainda comparando-as sobre os níveis altimétricos.

Quando aplicado o NDVI, áreas coincidiram com a exposição do terreno, sugerindo-se uma melhor aplicação do MDE a ser elaborado a partir de ALOS PRISM, com melhor resolução (2,5 m).

A imagem hiperespectral, apesar da baixa resolução espacial foi uma fonte importante de diferenciação de espectros das cultivares, indicando um direcionamento do estudo, a fim de aprofundar a investigação sobre os fatores que influenciam a vinha, como estresse hídrico e doenças da videira, sugerindo uma investigação espectral com radiometria de campo sobre as diversas fases da fisiologia da planta.

De uma forma geral, a análise dos dados de relevo e espectrais mostrou um zoneamento da área de vinhedos, indicando a diferenciação de práticas de manejo para a videira, cumprindo a função do projeto da rede de agricultura de precisão da Embrapa, que é a transferência de tecnologia ao produtor.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, ao Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia - UFRGS, ao Serviço Geológico do Brasil - CPRM, ao Sr. Paulo Roberto Tonet da Terrasul Vinhos Finos Ltda.

Referências bibliográficas

- ALOS - Advanced Land Observing Satellite. 2009. Available online in <https://ursa.aadn.alaska.edu/cgi-bin/login/guest/>; accessed in 2 apr. 2010.
- Bergmann, M.; Hoff, R.; Ducati, J.R.; Bombassaro, M.G.; Costa, G.L. 2009. Geologia e vinho: Um novo enfoque para terroir vitícola na Região de Encruzilhada do Sul, Brasil. In: XII Congresso Latinoamericano de Viticultura y Enología, Montevideo. Anales XII CLAVE (CD). Montevideo: PROMOVER, 2009.
- Clark Labs. 2005. Idrisi Kilimanjaro. GIS software package. Clark Labs, Worcester, Massachusetts, USA. Disponível em: <http://www.clarklabs.org/>
- Falcade, I.; Mandelli, F. Vale dos Vinhedos: Caracterização geográfica da região. Caxias do Sul: EDUCS, 1999, 144p.
- Cemin, G.; Ducati, J. R. 2008. On the Stability of Spectral Features of Four Vine Varieties in Brazil, Chile and France. In: VIIIth International Terroir Congress, 2008, Nyon. Proceedings of the VIIIth International Terroir Congress. Nyon: Agroscope Changins Wädenswil, 2008. v. 1. p. 475-480.
- Ducati, J. R. ; Bettú, V. ; Hoff, R. . Remote Sensing Techniques in the Characterization of Viticultural Terroirs in South Brazil: a Case Study on Malvasia. In: III International Symposium Malvasia, 2009, Santa Cruz de La Palma. Anales del III International Symposium Malvasia. Santa Cruz de Tenerife : Universidade de La Laguna, 2009. v. 1. p. 1-18.
- Hoff, R.; Ducati, J. R.; Flores, C. A.; Iglesias, C M F. 2007. Aspectos geológicos e geomorfológicos da identificação de critérios para estabelecimento de terroirs na Metade Sul (Rio Grande Do Sul, Brasil) pela aplicação de processamento digital de imagem ASTER. In: V Congresso Uruguayo de Geología, 2007, Montevideo. Resúmenes V Congreso Uruguayo de Geología. Montevideo : SUGEOLOGIA, 2007. v. 1. p. 120-120.
- Hoff, R. ; Bergmann, M. ; Ducati, J. R.; Bombassaro, M. G.; Costa, G. L. Radiometria espectral de unidades geológicas integrada com imagem ASTER para definição de terroir vitícola na Folha Encruzilhada do Sul, RS, Brasil. In: XII Congresso Latinoamericano de Viticultura y Enología, 2009, Montevideo. Anales - XII CLAVE. Montevideo : PROMOVER, 2009. v. 1. p. 1-1.

Hoff, R.; Ducati, J. R.; Bergmann, M. Geologic and geomorphologic features applied for identification of wine terroirs units by digital image processing, spectroradiometric and GIS techniques in Encruzilhada do Sul, RS, Brazil. In: VIII International Terroir Congress, 2010, Soave. Proceedings of the VIII International Terroir Congress. Conigliano: Centro di Ricerca per la Viticoltura, 2010. v. 1. p. 4-44-4-49.

Hoff, R.; Ducati, J. R.; Bergmann, M. 2009. Comparação de dados de modelo digital de elevação - MDE: ASTER e SRTM por processamento digital de imagem para identificação de terroir vitivinícola na Folha Encruzilhada do Sul, RS, Brasil. In: XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2009, Natal. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. S. J. dos Campos : INPE, v.1. p.1-8. Available online in <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.02.00.46/doc/215-222.pdf>

Luz, A. I. Projecto BACCHUS, Sistema operacional para o inventário e gestão da vinha, Workshop Viticultura De Precisão, junho 2008, Lisboa. disponível: http://www.i-farm.pt/UserFiles/File/Bacchus-project_finalRead-Only-AnaLuz_20080703.pdf

Protas, J.F.S.; Camargo, U.A.; Melo L.M.R. A vitivinicultura brasileira: realidade e perspectivas. In: 1o Simpósio Mineiro de Viticultura e Enologia, 16 a 19 abril, Andradas, MG. Viticultura e Enologia – Atualizando Conceitos. Andradas: Epamig, p.17-32, 2002.

Tonietto, J. Zanus, M. C.. 2007. Indicações Geográficas de Vinhos Finos do Brasil Avanços e Projetos em Desenvolvimento, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves. Disponível: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/ig_leis_avancos_projetos.pdf

Tonietto, J.; Guerra, C. C.; Mandelli, F.; Silva, G. A Da; Santos, H. P. Dos; Mello, L. M. R. De; Garrido, L. Da R.; Zanus, M. C.; Sônego, O. R.; Hoff, R.; Flores, C. A.; Falcade, I.; Hasenack, H.; Weber, E. Desenvolvimento de Indicações Geográficas e alerta vitícola para o APL de vitivinicultura do Rio Grande do Sul. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 12 p. Convênio FINEP/FAGRO/EMBRAPA/UCS/UFRGS. Projeto em andamento.

Tonietto, J. Zanus, M. C.. 2007. Indicações Geográficas de Vinhos Finos do Brasil Avanços e Projetos em Desenvolvimento, Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves. Disponível: http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/ig_leis_avancos_projetos.pdf

Vaudour, E. (2002). The Quality of Grapes and Wine in Relation to Geography: Notions of Terroir at Various Scales. Journal of Wine Research, 2002, Vol. 13, No. 2, pp. 117–141.