

# IDENTIDADE ESPECTRAL ENTRE CULTIVARES DE UVAS VINÍFERAS EM DUAS REGIÕES DA CAMPANHA GAÚCHA

## SPECTRAL IDENTITY AMONG *Vitis Vinífera* VARIETIES IN TWO REGIONS OF SOUTHERN BRAZIL

**Diniz Carvalho de Arruda<sup>1</sup>**  
**Virindiana Colet Bortolotto<sup>1,2</sup>**  
**Rosemary Hoff<sup>3</sup>**  
**Jorge Ricardo Ducati<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**  
Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Campus do Vale  
dinizcarvalho88@hotmail.com

<sup>2</sup> **Universidade Federal do Mato Grosso**  
Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Campus Sinop  
vcbortolotto@ufmt.br

<sup>3</sup> **Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária**  
Embrapa - Uva e Vinho  
rose.hoff@embrapa.br

<sup>4</sup> **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**  
Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, Campus do Vale  
ducati@if.ufrgs.br

### RESUMO

O uso de tecnologias de sensoriamento remoto na análise e na caracterização de assinaturas espectrais de culturas vitícolas por meio de imagens de satélite contribuem para o controle e monitoramento nas tomadas de decisões relativas à gestão da produção e qualidade dos vinhos. O presente trabalho visou separar as assinaturas espectrais de cultivares de uvas viníferas em duas regiões distintas, nos municípios de Santana do Livramento e Candiota, localizados na Campanha Gaúcha. Foram utilizados mapas georreferenciados fornecidos pelos proprietários das áreas com a localização das cultivares para delimitar as regiões de interesse a partir do produto LIB do sensor ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal and Reflection Radiometer*) e coletar as informações de refletância normalizada nas faixas espectrais das bandas do VNIR (*Visible Near Infrared*) e SWIR (*Short Wave Infrared*) de 48 parcelas das cultivares *Vitis vinífera Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonnay, Pinot Noir, Sauvignon Blanc e Tannat*. As classes de estudo compreenderam as cultivares e para teste de desempenho foi incluída a classe “banhado” nas duas regiões. As imagens foram submetidas às correções do efeito *Cross Talk*, reamostragem para 15 metros das bandas do SWIR e correção atmosférica utilizando o algoritmo FLAASH (*Fast Line-of-Sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes*). Para verificar a separabilidade das variedades foi utilizado o algoritmo de classificação Máxima Verossimilhança e também a Análise Discriminante das médias de refletância de cada parcela nas bandas (1, 2, 3N, 4, 5, 6, 7, 8 e 9). Os resultados obtidos mostraram que a Análise Discriminante (AD) distinguiu totalmente as regiões, enquanto a separabilidade das assinaturas espectrais das cultivares teve menor desempenho, com percentagens entre 37 e 75% de acurácia. O classificador de Máxima Verossimilhança, aplicado separadamente a cada região, teve desempenho de 91% de acurácia para a região de Santana do Livramento e 75% para Candiota. Os resultados indicam que dados de refletância obtidos de imagens ASTER permitem com relativo sucesso a discriminação espectral de classes de vegetação com assinaturas espectrais muito próximas entre si, como é o caso de cultivares vitícolas. A distinta separação das regiões, caracterizadas como “*terroirs*” vitícolas, pode ser atribuída às diferenças físico-químicas do solo das regiões transmitidas à folhagem das videiras e em seguida às suas refletâncias. A classe “banhado” teve assinatura espectral totalmente diferente das cultivares e, portanto, foi identificada e totalmente separada das classes como era esperado.

**Palavras chaves:** Sensoriamento Remoto, Uvas Viníferas, Assinatura Espectral.

# ABSTRACT

Remote sensing technologies used for analysis and characterization of viticulture spectral signatures through satellite images contribute in the control and monitoring of the management of production and wine quality. The objective of this study was to separate the spectral signatures of wine grapes cultivars into two distinct regions, Santana do Livramento and Candiota, located in South of Rio Grande do Sul State. The owners provided maps to delimit cultivars location in the regions on the ASTER (Advanced Spaceborne Thermal and Reflection Radiometer) L1B product and get the information of normalized reflectance in the spectral bands from VNIR (Visible Near Infrared) and SWIR (Short Wave Infrared) of 48 plots of *Vitis vinifera* cultivars *Cabernet Sauvignon*, *Merlot*, *Chardonnay*, *Pinot Noir*, *Sauvignon Blanc* and *Tannat*. The study classes comprised cultivars and to performance test was included "plated" class into two regions. The images were submitted to adjustment of Cross Talk effect, resampling to 15 meters of the SWIR bands and atmospheric correction using Flaash (Fast Line-of-Sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) algorithm. To verify the separability of the varieties were used Maximum Likelihood classification algorithm and the discriminant analysis of reflectance average of each plot in the bands (1, 2, 3N, 4, 5, 6, 7, 8 and 9). The results showed that discriminant analysis distinguished wholly the regions, while the separability of cultivar spectral signatures had lower performance, with percentages between 37 and 75% accuracy. The Maximum Likelihood classifier, when applied separately to each region, had performance 91% accuracy to Santana do Livramento region and 75% to Candiota. The results indicate that reflectance data obtained from ASTER images allowed with relative success the spectral discrimination of vegetation classes with spectral signatures very close about them, as is the case of grapevine cultivars. The distinct separation of the regions, characterized as grapevine "terroir", can be attributed to the physicochemical regions soil differences transmitted to the vine foliage and then to their reflectances. The spectral signature of "plated" class were totally separated of the cultivars and, therefore, identified and completely separate the classes as expected.

**Keywords:** Remote Sensing, *Vitis vinifera*, Spectral Signature.

## 1. INTRODUÇÃO

Imagens orbitais têm contribuído na análise e caracterização de assinaturas espectrais de culturas vitícolas. Essas informações permitem o controle e o monitoramento dos vinhedos e tomadas de decisões relativas à gestão da qualidade e produção de uvas. A disponibilização de imagens gratuitas no mercado tem favorecido a aquisição e modelagem de informações radiométricas em parcelas de vinhedos em diferentes estágios do seu ciclo fenológico.

As regiões vitícolas são usualmente caracterizadas pelo termo "terroir" que são descritos com uma área territorial, que podem ser analisadas em diferentes escalas, com solos e climas distintos, influências culturais e práticas viticultoras locais (LIMA, 2006; ADEGA, 2010; WOLFFENBÜTTEL, 2014).

A classificação das variedades de *Vitis vinifera* em imagens é um passo importante a ser realizado para identificação dos valores radiométricos e localização geográfica das variedades presentes no local. A classificação digital consiste em atribuir um contexto característico de um objeto aos pixels de uma imagem, atribuindo além de informação espectral (Z) e espacial (X e Y), uma informação de classe por meio de técnicas de classificação supervisionada ou não supervisionada (NOVO, 2008).

Atualmente, a literatura possui vários algoritmos de classificação digital de imagens. Moreira (2014) cita que o classificador de Máxima Verossimilhança – MAXVER a partir da probabilidade de classes e da teoria de decisão bayesiana torna possível agrupar amostras selecionadas a priori em classes distintas assumindo que os histogramas de classes, tem uma distribuição normalizada.

O uso de Análise Discriminante – AD na identificação de variedades de videiras foi utilizado por Cemin e Ducati (2011) para comparar diferentes *Terroirs*, identificar diferenças entre as médias de refletância de variedades em uma mesma região e a similaridade entre os espectros de refletância para regiões.

Silva e Ducati (2009) abordaram sobre a separabilidade de variedades *Vitis vinifera* utilizando imagens do sensor ASTER e a importância das bandas do infravermelho para a discriminação, mesmo com pixel de 15-30 metros.

Bombassaro e Ducati (2013) estudaram o potencial de imagens do sensor ASTER no monitoramento de culturas vitícolas e a combinação das bandas dos subsistemas VNIR (*The visible and near-infrared*) de 15 metros com o SWIR (*Shortwave Infrared*) de 30 metros usando a técnica de reamostragem pelo vizinho mais próximo resultando uma banda sintética VNIR+SWIR de 15 metros sem modificação significativa nos parâmetros de refletância dos alvos.

O presente trabalho visou separar as assinaturas espectrais de cultivares de uvas viníferas em duas regiões distintas localizadas na Campanha Gaúcha utilizando Análise Discriminante – AD e o algoritmo Máxima Verossimilhança – MAXVER em imagens ASTER.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudo que compreenderam as parcelas de vinhedos estão localizadas nos municípios de Santana do Livramento e Candiota como demonstram as Figuras 1 e 2.

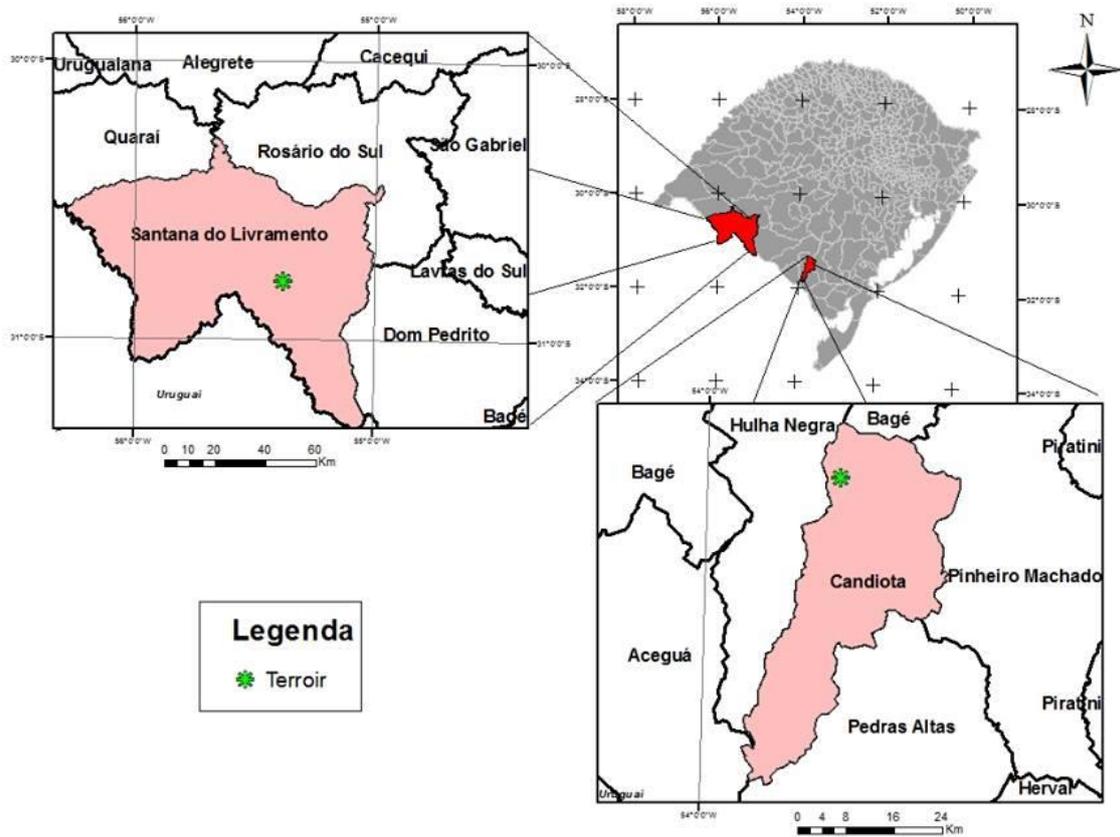


Fig. 1 - Mapa de Localização dos "Terroirs" nos municípios e sua situação no Estado do Rio Grande do Sul.

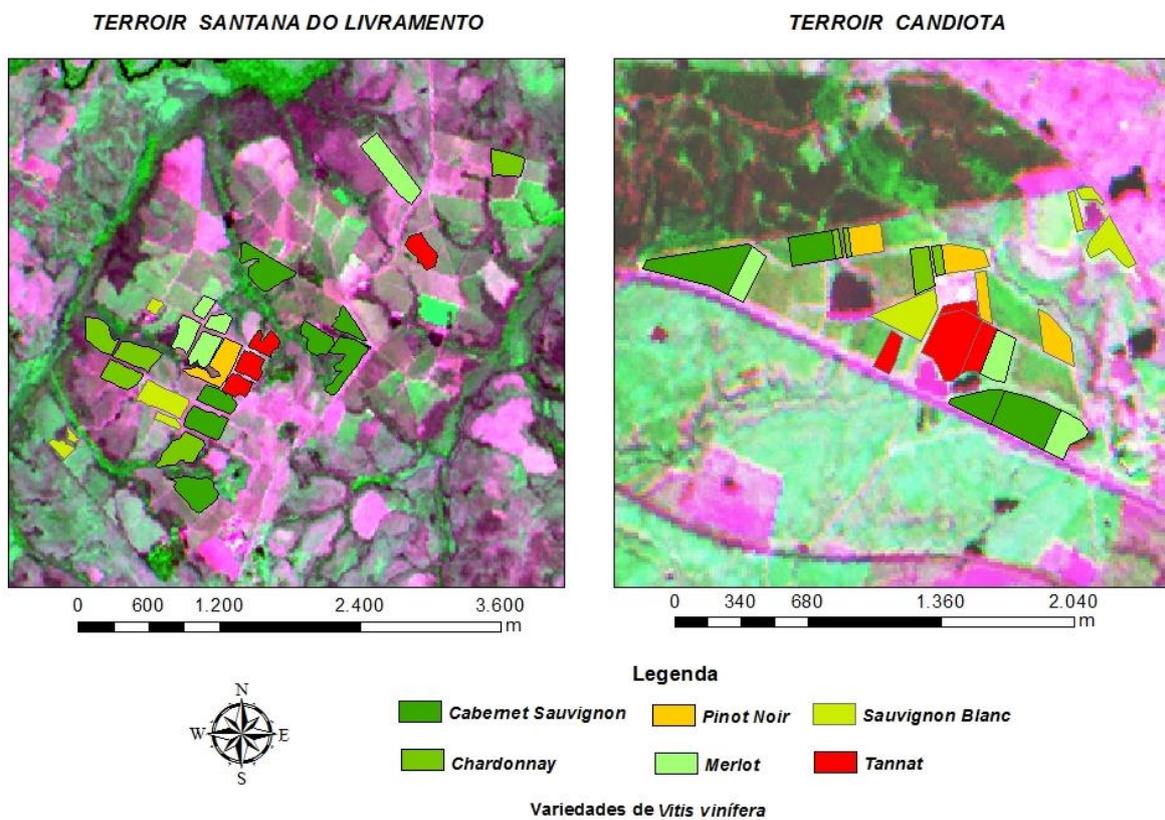


Fig. 2 - Mapa de Localização das parcelas das variedades de *Vitis vinífera* nos "Terroirs"

A Campanha Gaúcha possui topografia ondulada, composta por suaves coxilhas e colinas, sua altitude varia em torno de 100 a 300 metros. A vegetação predominante é de gramíneas, matas-galerias ao longo dos cursos d'água e pequenos capões de matos. Os solos são ricos em granito e calcário, classificados em podzólicos bruno acinzentados e litólicos pouco profundos. O clima é temperado com verões secos e com invernos registrando baixas temperaturas. Destaca-se também o grande período de exposição solar e suas amplitudes térmicas entre dias e noites. A média pluviométrica anual é em torno 1370 mm.

Foram adquiridos produtos L1B do sensor multiespectral *Advanced Spaceborne Thermal and Reflection Radiometer* – ASTER disponíveis no catálogo online da Reverb/ECHO (NASA, 2014) que cobriam as áreas de interesse. As datas das imagens foram selecionadas em função da época de maior vigor vegetativo no ciclo fenológico da videira entre os meses de dezembro a janeiro. As datas também dependeram da disponibilidade de imagens com boa qualidade visual como a ausência das nuvens sobre as áreas bem como a idade dos vinhedos. O *terroir* de Candiota é mais novo que o de Santana do Livramento. A data da imagem de Santana do Livramento é 01/12/2004 e de Candiota 01/01/2007.

Utilizou-se mapas georreferenciados fornecidos pelos proprietários das áreas com a localização das cultivares para delimitar as regiões de interesse e coletar as informações de refletância normalizada nas faixas espectrais das bandas do VNIR (*Visible Near Infrared*) e SWIR (*Short Wave Infrared*) de 24 parcelas amostradas das cultivares de *Vitis vinífera* Cabernet Sauvignon, Merlot, Chardonnay, Pinot Noir, Sauvignon Blanc e Tannat de cada região, totalizando 48 amostras (quatro repetições por variedade). As classes de estudo compreenderam as cultivares e para teste de desempenho foi incluída a classe “banhado” nas duas regiões. Embora os *terroirs* possuíssem mais variedades do que as citadas neste trabalho, estudaram-se apenas as variedades comuns a ambos, como pode ser visualizado na Figura 2.

As imagens foram submetidas às correções do efeito *Cross Talk* (ERSDAC,2013; VIVALDI *et al.*, 2013), reamostragem para 15 metros das bandas do SWIR (BOMBASSARO e DUCATI, 2013) e correção atmosférica utilizando o algoritmo FLAASH - *Fast Line-of-Sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes* (ENVI, 2010). Para verificar a separabilidade das variedades e dos *terroirs* foi utilizado o algoritmo de classificação Máxima Verossimilhança e também a Análise Discriminante das médias de refletância de cada parcela nas bandas (1, 2, 3N, 4, 5, 6, 7, 8 e 9). O comportamento espectral das cultivares foi obtido pelo valor de refletância médio em cada banda.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Comportamento espectral das variedades de *Vitis vinífera* + classe “banhado” por *terroir*

A Figura 3 mostra o comportamento espectral das variedades de *Vitis vinífera* e da classe “banhado”, respectivamente nas *terroirs* que ocorrem. De maneira geral, podemos observar que os valores médios de refletância na B3 (IVP) para Santana do Livramento foram menores. Estes valores podem estar relacionados com o período de aquisição das imagens, visto que as mesmas possuem datas diferentes (Santana do Livramento – 01/12/2004 e Candiota – 01/01/2007), bem como com o índice pluviométrico. Historicamente no ano de 2004 houve um período grande de estiagem. Podemos salientar também que as médias pluviométricas entre 1980 a 2009, conforme SOUZA *et al.*, 2011, mostram que o mês de janeiro apresenta maior pluviosidade do que dezembro. O tipo de solo bem como a idade das videiras também podem influenciar. Pode-se verificar também que diferenças no comportamento espectral entre cultivares são observadas na B3, concordando com a importância do IVF para a discriminação de variedades mencionada por SILVA e DUCATI (2009). A assinatura espectral para a classe “banhado” ficou totalmente separada das demais classes nos dois *terroirs* como esperado.

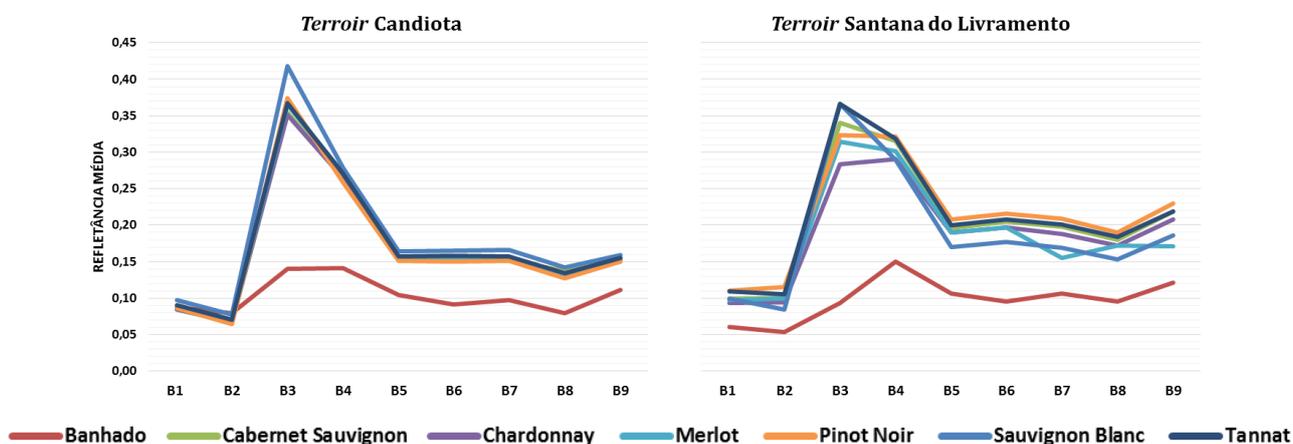


Fig. 3 - Comportamento espectral das variedades de *Vitis vinífera* por *terroir*

### 3.2 Comportamento espectral dos *terroirs* por variedade de *Vitis vinifera* + classe “banhado”

A Figura 4 mostra o comportamento espectral dos *terroirs* por variedade de *Vitis vinifera* e da classe “banhado”. Observa-se, de modo geral, que independente da variedade, os menores valores de refletância média são encontrados para Candiota em quase todas as bandas, exceto a B3 (IVP).



Fig. 4- Comportamento espectral das variedades de *Vitis vinifera* por terroir

### 3.3 Análise discriminante - AD

#### 3.3.1 Análise discriminante – AD dos *terroirs*

A Tabela 1 apresenta os resultados da classificação obtidos pela AD dos *terroirs*. Os valores mostram que 100,0% dos casos originais agrupados foram classificados corretamente, isto é, houve total separabilidade dos dados pertencentes a cada *terroir* o que era esperado.

TABELA 1 - RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO DOS *TERROIRS* UTILIZANDO ANÁLISE DISCRIMINANTE.

	<i>Terroir</i>	Previsão de Membros de Grupos		Total	
		Santana do Livramento	Candiota		
Original	Contagem	Santana do Livramento	28	0	28
		Candiota	0	29	29
Original	Porcentagem	Santana do Livramento	<b>100,0</b>	0,0	100,0
		Candiota	0,0	<b>100,0</b>	100,0

#### 3.3.2 Análise discriminante – AD das variedades de *Vitis vinífera* + classe “banhado” para ambos *terroirs*

Conforme a Tabela 2, a AD das variedades considerando os dois *terroirs* mostrou que 63,2% dos casos originais agrupados foram classificados corretamente. Podemos observar pela matriz de correlação, que as variedades *Cabernet Sauvignon*, *Pinot Noir* e *Tannat* apresentaram as menores porcentagens de separabilidade. Estes valores podem ser atribuídos ao fato de algumas parcelas destas variedades, principalmente no *terroir* de Candiota serem mais jovens do que em Santana do Livramento, sofrendo influência do solo. Salientamos que a análise discriminante das variedades considerou os dados de ambos os *terroirs* juntos.

TABELA 2 - RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO DAS VARIEDADES + CLASSE “BANHADO” UTILIZANDO ANÁLISE DISCRIMINANTE.

	Classes	Previsão de Membros de Grupos							Total	
		Banhado	<i>Chardonnay</i>	<i>Cabernet Sauvignon</i>	<i>Merlot</i>	<i>Pinot Noir</i>	<i>Sauvignon Blanc</i>	<i>Tannat</i>		
Original	Contagem	Banhado	8	0	0	0	0	0	0	8
		<i>Chardonnay</i>	0	6	0	0	2	0	0	8
		<i>Cabernet Sauvignon</i>	0	1	3	2	2	0	0	8
		<i>Merlot</i>	0	1	1	6	0	0	0	8
		<i>Pinot Noir</i>	0	1	1	0	5	1	1	9
		<i>Sauvignon Blanc</i>	0	0	1	0	0	5	2	8
		<i>Tannat</i>	0	0	0	2	2	1	3	8
		Porcentagem	Banhado	<b>100,0</b>	0,0	0,0	0,0	,0	0,0	0,0
	<i>Chardonnay</i>		0,0	<b>75,0</b>	0,0	0,0	25,0	0,0	0,0	100,0
	<i>Cabernet Sauvignon</i>		0,0	12,5	<b>37,5</b>	25,0	25,0	0,0	0,0	100,0
	<i>Merlot</i>		0,0	12,5	12,5	<b>75,0</b>	0,0	0,0	0,0	100,0
	<i>Pinot Noir</i>		0,0	11,1	11,1	0,0	<b>55,6</b>	11,1	11,1	100,0
	<i>Sauvignon Blanc</i>		0,0	0,0	12,5	0,0	0,0	<b>62,5</b>	25,0	100,0
	<i>Tannat</i>		0,0	0,0	0,0	25,0	25,0	12,5	<b>37,5</b>	100,0

Os resultados obtidos mostraram que a Análise Discriminante (AD) distinguiu totalmente as regiões, enquanto a separabilidade das assinaturas espectrais das cultivares teve menor desempenho, com porcentagens entre 37 e 75% de acurácia.

#### 3.4 Classificação Máxima Verossimilhança das variedades de *Vitis vinífera* + classe “banhado” por *terroir*

Nas Tabelas 3 e 4, é apresentada a matriz de correlação para os *terroirs* oriundas do classificador MAXVER.

Enquanto a AD permitiu a análise dos *terroirs* conjuntamente, o classificador MAXVER analisou separadamente. Podemos observar que para o *terroir* de Santana do Livramento, a porcentagem de separabilidade das variedades foi de 89,3% (Tabela 3) e 71,3% para Candiota (Tabela 4). O menor valor alcançado para Candiota, como já comentado anteriormente, se deve ao fato de que as videiras são mais jovens para algumas parcelas/variedades. Verifica-se que assim como ocorreu para AD, embora a classificação MAXVER classificou separadamente os *terroirs*, as variedades com maior dificuldade de separabilidade foram a *Cabernet Sauvignon*, *Pinot Noir* e *Tannat*. Esta tendência ocorreu mesmo quando o número de pixels/amostras para ambos classificadores foram diferentes, já que para a AD foram utilizadas 59 amostras e para a validação MAXVER 715 (Santana do Livramento) e 844 (Candiota). O classificador de Máxima Verossimilhança, aplicado separadamente à cada região, teve desempenho de 91% de acurácia para a região de Santana do Livramento e 75% para Candiota.

TABELA 3 - RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO DAS VARIEDADES + CLASSE “BANHADO” PARA O TERROIR SANTANA DO LIVRAMENTO UTILIZANDO CLASSIFICADOR MAXVER.

	Classes	Previsão de Membros de Grupos						Total
		Banhado	Chardonna y	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot Noir	Sauvignon Blanc	
Original	Banhado	43	0	0	0	0	0	43
	Chardonnay	0	141	0	1	0	0	142
	Cabernet							
	Sauvignon	0	0	141	4	1	1	155
	Merlot	0	0	0	121	12	0	134
	Pinot Noir	0	0	5	9	59	0	74
	Sauvignon Blanc	0	0	1	0	0	72	78
	Tannat	0	0	10	0	1	4	89
	TOTAL	43	141	157	135	73	77	715
Porcentagem	Banhado	<b>100,0</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
	Chardonnay	0,0	<b>100,0</b>	0,0	0,7	0,0	0,0	19,9
	Cabernet							
	Sauvignon	0,0	0,0	<b>89,8</b>	3,0	1,4	1,3	21,7
	Merlot	0,0	0,0	0,0	<b>89,6</b>	16,4	0,0	18,7
	Pinot Noir	0,0	0,0	3,2	6,7	<b>80,8</b>	0,0	10,4
	Sauvignon Blanc	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	<b>93,5</b>	10,9
	Tannat	0,0	0,0	6,4	0,0	1,4	5,2	<b>83,2</b>
	TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

TABELA 4 - RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO DAS VARIEDADES + CLASSE “BANHADO” PARA O TERROIR CANDIOTA UTILIZANDO CLASSIFICADOR MAXVER.

	Classes	Previsão de Membros de Grupos						Total
		Banhado	Chardonna y	Cabernet Sauvignon	Merlot	Pinot Noir	Sauvignon Blanc	
Original	Banhado	112	0	0	0	0	0	112
	Chardonnay	0	52	8	1	10	1	87
	Cabernet							
	Sauvignon	0	0	99	0	0	0	100
	Merlot	0	2	84	86	0	0	182
	Pinot Noir	0	4	7	1	96	0	121
	Sauvignon Blanc	0	0	4	0	0	105	110
	Tannat	0	2	11	4	24	5	132
	TOTAL	112	60	213	92	130	111	844
Porcentagem	Banhado	<b>100,0</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,3
	Chardonnay	0,0	<b>86,7</b>	3,8	1,1	7,7	0,9	10,3
	Cabernet							
	Sauvignon	0,0	0,0	<b>46,5</b>	0,0	0,0	0,0	11,9
	Merlot	0,0	3,3	39,4	<b>93,5</b>	0,0	0,0	21,6
	Pinot Noir	0,0	6,7	3,3	1,1	<b>73,9</b>	0,0	14,3
	Sauvignon Blanc	0,0	0,0	1,9	0,0	0,0	<b>94,6</b>	13,0
	Tannat	0,0	3,3	5,2	4,4	18,5	4,5	<b>68,3</b>
	TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que dados de refletância obtidos de imagens ASTER permitem com relativo sucesso a discriminação espectral de classes de vegetação com assinaturas espectrais muito próximas entre si, como é o caso de cultivares vitícolas. A distinta separação das regiões, caracterizadas como “*terroirs*” vitícolas, pode ser atribuída às diferenças físico-químicas do solo das regiões transmitidas à folhagem das videiras e em seguida às suas refletâncias. A classe “banhado” teve assinatura espectral totalmente diferente das cultivares e, portanto, foi identificada e totalmente separada das classes como era esperado.

Imagens do Sensor ASTER bem como o uso da análise discriminante (AD) apresentaram grande potencial para a separação dos *terroirs*. O uso de AD e do classificador Maxver na separabilidade das variedades tiveram um bom desempenho, porém de modo geral, as variedades *Cabernet Sauvignon*, *Pinot Noir* e *Tannat* apresentaram maior mistura espectral, fato observado pelos valores da matriz de correlação em ambos classificadores. Estes dados são preliminares ainda. O comportamento espectral destas variedades bem como dos *terroirs* serão avaliados utilizando outros sensores orbitais, com imagens mais recentes que possibilitarão a validação a campo.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa - Uva e Vinho por fornecer dados para realização deste trabalho, ao Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Mato Grosso – *Campus Sinop* e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGA. A Revista do vinho e outros prazeres. Coluna: Escola do Vinho. **Você sabe o que é Terroir?** Edição nº 60. Outubro. 2010

BOMBASSARO, M. G.; DUCATI, J. R. Avaliação de fiabilidade de imagens ASTER após processo de reamostragem e geração de Imagem sintética. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Foz do Iguaçu - PR .Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2013/files/p1081.pdf>>. Acessado em: 12 de junho de 2014.

CEMIN, G.; DUCATI, J. R. Grape variety identification and detection of terroir effects from satellite images. In: VIII International Terroir Congress, 2010, Soave. **Proceedings of the VIII International Terroir Congress**. Conegliano : Centro de Ricerca per la Viticoltura. v. 1. p. 2-112-2-117, 2010.

CEMIN, G.; DUCATI, J. R. Spectral Discrimination of Grape Varieties and a Search for Terroir Effects Using Remote Sensing. **Journal of Wine Research**. V. 22, P. 57-78, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/09571264.2011.550762>>. Acessado em: 20/06/2014.

ENVI. **Software ENVI: Guia do ENVI em português**. ITT Visual Information Solutions. Editora: SulSoft Serviços de Processamento de Dados. 2010.

ERSDAC. Earth Remote Sensing Data Analysis Center. **Crosstalk Correction Software User's Guide**. Disponível em: <http://gds.aster.ersdac.jspacesystems.or.jp>. Acessado: Dia 1 de Dezembro de 2013.

LIMA, M. I. F. **Paisagem Terroir e Sistemas Agrários: um estudo em São Lourenço do Sul**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2006.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 4ª Edição Atualizada e Ampliada. Viçosa. MG. Ed. UFV. 2014.

NASA. National Aeronautics and Space Administration. EOSDIS – Nasa's Earth Observing System Data and Information System. **Reverb/ECHO**. Disponível em :<<http://reverb.echo.nasa.gov/reverb/>> Acesso: 10 Março 2014.

NOVO, E. M. L. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. 3ª Edição revisada e ampliada. São Paulo. Bluscher, 2008.

SILVA, P.R.; DUCATI, J.R. Spectral features of vineyards in south Brazil from ASTER imaging. **International Journal of Remote Sensing**, v. 30, n. 23-24, p. 6085-6098, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/01431160902810612>>. Acessado em: 18/06/2014.

SOUZA, L.; SILVA, J.; TEXEIRA, M. Identificação de meses chuvosos no Estado do Rio Grande do Sul entre 1980-2009. In: **Anais IV Encontro Sul – Brasileiro de Meteorologia**. Universidade Federal de Pelotas. 2011 <[http://wp.ufpel.edu.br/meteoro/files/2011/05/lidiane\\_souza\\_1.pdf](http://wp.ufpel.edu.br/meteoro/files/2011/05/lidiane_souza_1.pdf)>. Acessado: 05 de Junho de 2013

VIVALDI, D. D.; BAPTISTA, G. M. M.; MENESES, P. R. Avaliação dos processamentos de *crosstalk* e de correção atmosférica em dados ASTER para identificação da relação mineralógica caulinita/(caulinita + gibbsita) em solos no município de São João d'Aliança (GO). **Braz. J. Geol.** [online]. 2013, vol.43, n.3, pp. 571-582.

WOLFFENBÜTTEL, P. Sobre Vinho. **O que é Terroir?** Disponível em: <<http://www.sobrevinho.net/elaboracao/o-que-e-terroir>>. Acessado: 30 de Abril de 2014.