

ANÁLISE TEMPORAL DE POMARES DE MACIEIRA POR MEIO DE COMPARAÇÃO ENTRE CLASSIFICAÇÃO DIGITAL E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO DE IMAGENS RAPIDEYE NO MUNICÍPIO DE VACARIA, BRASIL

Amanda Suarez Bittencourt¹

Rosemary Hoff²

1 - Universidade Federal de Santa Maria – Curso Superior em Tecnologia de Geoprocessamento (amandasuarez00@gmail.com)

2 - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Uva e Vinho (rose.hoff@embrapa.br)

ABSTRACT

The municipality of Vacaria (Brazil) produces for 22% of apple, being the major producer in the country and its the main economic source. The objective of this study was calculate the distribution area of apple tree by digital classification on RapidEye images, as well as its comparison with the Index Normalized Difference Vegetation index (NDVI). Two dates (winter and spring) based on knowing areas, were employed, in order to recommend the best time scenes for future classifications of images in apple producing area in the South Brazil. For mapping the classes of land use, RapidEye satellite images were chosen, in winter and spring, being done by digital classification method of Mahalanobis. After, the vegetation index was employed, in the two scenes. In an apple production farm, ten areas of apple tree were chosen, to compare the percentage of apple tree classified and its vegetation indices, in both dates of the RapidEye image. According to the results, the classification by Mahalanobis method showed agility for calculation of the distribution area of apple tree in Vacaria region, evaluated in more detail through the knowledge of the ground truth. The comparison with known NDVI of the apple areas supported the interpretation the results of supervised classification. Therefore, it is recommended for future classifications of images in apple producing area the summer season, between the months of December and March, it is where you have better results area of apple trees.

Keywords: image processing, NDVI, pomiculture, processamento de imagens, NDVI, pomicultura.

INTRODUÇÃO

O Brasil produziu em 2011 cerca de 1,3 milhão de toneladas de maçãs, sendo o nono produtor mundial (MAPA, 2013). A produção brasileira ocupa 96% de área na região Sul e 45% desta área está no Rio Grande do Sul (IBGE, 2014). A área plantada aumentou 29% de 2001 a 2011 e o Rio Grande do Sul, onde os pomicultores cultivam em média 26 hectares de macieiras por cada produtor (AGAPOMI, 2014). O conhecimento da distribuição deste cultivo é fundamental para a Região Sul, seja para previsão de expansão da cultura nos Campos de Cima da Serra, ou para preservação do ecossistema associado ao Bioma Mata Atlântica (Embrapa, 2007).

A Embrapa Uva e Vinho possui pesquisas com maçãs em várias áreas do conhecimento e as atividades de levantamento do uso da terra fazem parte desta pesquisa. No Laboratório de Sensoriamento remoto e geoprocessamento da Embrapa Uva e Vinho foram envolvidos bolsistas, a fim de investigar a distribuição da maçã na região Sul. O

presente trabalho mostra a utilização de técnicas de processamento de imagens de satélite no município de Vacaria, RS, focado em uma fazenda de produção de macieiras, sendo feita a comparação entre classificação de imagem e obtenção de índice de vegetação por meio de imagem Rapideye, de alta resolução espacial.

A classificação de uso e cobertura da terra é uma das principais aplicações do sensoriamento remoto. Contudo, a precisão no mapeamento da distribuição espacial das classes de uso é um desafio, principalmente em regiões com clima subtropical. A extração de informações das imagens requer o estabelecimento de métodos apropriados para a análise dos elementos que compõem a paisagem. Para uma correta classificação de imagens de satélite têm-se muitos classificadores disponíveis, e decidir o melhor método classificador é uma questão para um analista.

As geotecnologias proporcionam a comparação dos dados ano a ano, resultando num histórico de dados que, à medida que forem acumulados e analisados ao longo do tempo, servem como uma base de tomada de decisões aos gestores do sistema de produção. O Normalized Difference Vegetation Index - NDVI, proposto por Rouse et al. (1973), tornou possível por sua simplicidade e relativa alta sensibilidade à densidade da cobertura vegetal, comparações espaciais e temporais da atividade fotossintética da planta, bem como o monitoramento sazonal, interanual e de variações de longo prazo de parâmetros estruturais, fenológicos e biofísicos da vegetação em escala global (Wang et al., 2003).

O sensoriamento remoto é uma ferramenta de obtenção de dados da superfície terrestre, que constitui uma importante técnica para o monitoramento sistemático dinâmico da vegetação. Utiliza faixas espectrais de bandas no espectro eletromagnético, índices e combinação de bandas, destacando na área de análise a vegetação e eventos antrópicos. Os índices de vegetação resultam de combinações lineares de dados espectrais, realçando o sinal da vegetação, que minimizam as variações na irradiância solar e os efeitos do substrato do dossel vegetal (Jackson e Huete, 1991).

Os avanços tecnológicos na área de sensoriamento remoto nos últimos anos têm possibilitado a aquisição de informações mais precisas, detalhadas e mais rápidas. Um exemplo desse avanço é a classificação orientada a objetos geográficos, eficiente no mapeamento do uso da terra (Luz et al. 2010). Na região de Vacaria, Schrammel e Gebler (2011) mostraram que num pomar de macieira podem existir parcelas plantadas em datas diversas, o que poderia influenciar na reflectância da imagem devido ao vigor da planta diferenciado na imagem e acarretar confusão entre classes de uso da terra e Hoff et al (2011) testaram a técnica de NDVI sobre imagens ALOS, realçando a área de macieira em comparação com classes de uso das áreas contíguas.

Este trabalho teve como objetivo o cálculo da área de distribuição de pomares de maçã por meio de classificação digital de imagens Rapideye, bem como sua comparação com

o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em duas datas (inverno e primavera) baseando-se pomares conhecidos, a fim de recomendar as melhores épocas para futuras classificações de imagens na zona produtora de maçã na Região Sul.

METODOLOGIA

A área de estudo é compreendida pela imagem retangular em que a maior parte abrange o município de Vacaria, RS (Figura 1). Este Município está localizado nas coordenadas geográficas 28° 30' 44" de latitude Sul e 50° 56' 02" de longitude oeste, estando a uma altitude de 971 metros acima do nível do mar, tendo cerca de 61.345 habitantes. Limita-se ao norte com a divisa do Estado de Santa Catarina, no RS faz divisa com municípios como Bom Jesus, Esmeralda, Muitos Capões e Campestre da Serra.

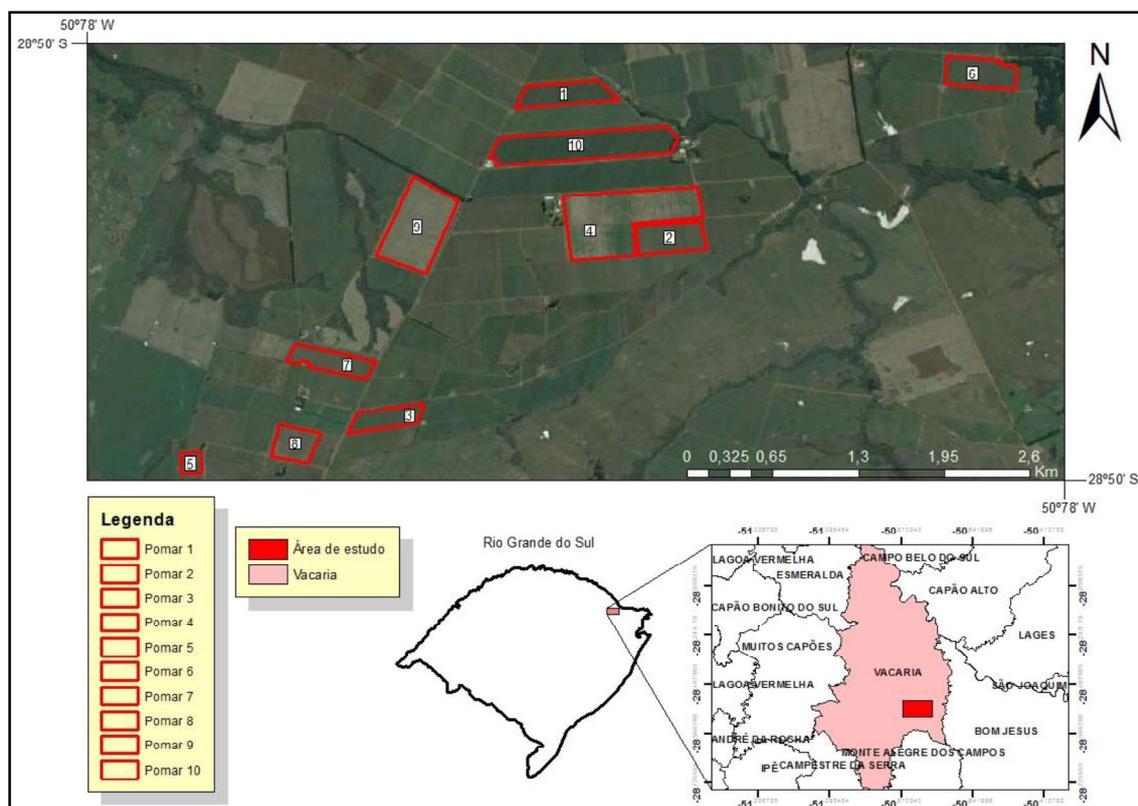


Figura 1. Localização da área de estudo.

Para a análise e mapeamento das classes de uso e cobertura da terra, optou-se pela imagem do satélite Rapideye, nas datas de 31 de agosto de 2011 e 13 de outubro de 2012 (MMA, 2014). Tal escolha justifica-se pela resolução espacial de 5 metros que o satélite oferece, gerando uma boa visualização da área de estudo. Lançado em 2008, o RapidEye oferece uma imagem de origem de dados que contém uma cobertura de grande área, os intervalos de revisita frequentes, de alta resolução e capacidades multiespectrais.

Para melhorar a interpretação das imagens de satélites e detectar alterações na cobertura vegetal, algumas técnicas de processamento são aplicadas, entre estas a classificação digital que separa grupos de pixels com características espectrais similares em classes de uso ou cobertura do solo (Centeno, 2004). Esta classificação digital pode ser de três tipos: supervisionada, não supervisionada e semi-supervisionada. Na classificação supervisionada, os dados de treinamento de um conjunto de classes pré-definidas são amostrados pelo analista assim a classificação é realizada a partir de uma informação conhecida (Theodoridis e Koutroumbas, 2009).

Este estudo empregou imagens de satélite em diferentes fases da safra para a aplicação de técnicas de processamento digital de imagens, como classificação automática e índice de vegetação. No software Envi 5.1 (ITT, 2014) foi gerada uma composição colorida RGB nas bandas 321, para obter uma melhor visualização da área de estudo, pois nesta composição a vegetação fica mais evidenciada, tendo assim um melhor realce da agricultura. Através dessa imagem foram criadas nove classes entre elas: macieira, reflorestamento, solo exposto, área urbana, recursos hídricos, campo, lavoura, floresta e plasticultura. A plasticultura é uma prática crescente na região e optou-se por incluí-la nas classes de uso da terra.

O NDVI tem sido usado para medir e monitorar o crescimento da planta (vigor), cobertura vegetal e produção de biomassa a partir de dados multiespectrais, baseando-se que na região a vermelho clorofila absorve luz solar, enquanto no infravermelho próximo a estrutura das folhas (mesofilo) fornece considerável reflectância (Tucker et al., 2001).

Para o mapeamento da área de estudo, foram utilizadas as bandas espectrais processadas: 1, 2, 3, 4 e 5. A imagem, originalmente disponível em meta dados e em formato GeoTiff, foi convertida e importada no aplicativo Envi 5.1 (ITT, 2014), sendo submetida às técnicas de processamento digital. Foram utilizados algoritmos de Mahalanobis para classificar a área de estudo. Esta classificação é similar ao da MaxVer e usa estatísticas para cada classe, porém, supõe que a covariância das amostras são iguais, portanto, é um classificador ainda mais rápido que o método de mínima distância (ITT, 2014).

Foram escolhidos dez pomares de macieiras de uma grande propriedade produtora de maçã, a fim de comparar a porcentagem de classificação da classe macieira e os índices de vegetação, de ambas datas da imagem Rapideye (Figura 2).

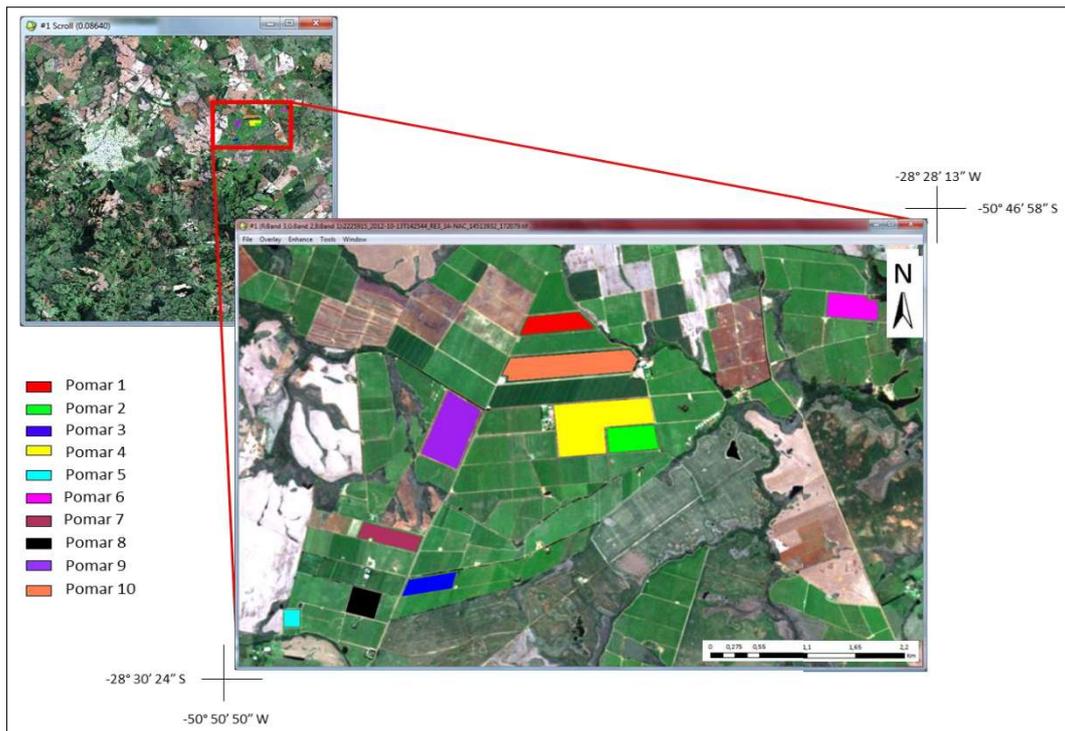


Figura 2. Cena Rapideye 13.10.2012 em composição colorida RGB 321, aplicativo Envi 4.8. No detalhe, área de estudo ressaltando dez pomares de macieira analisados.

RESULTADOS

Os resultados obtidos pela aplicação do classificador Mahalanobis em duas datas em anos consecutivos mostraram resultados bem distintos. Por exemplo, para a imagem de agosto de 2011, a classe macieira mostrou confusão com classes lavoura e campo (Figura 3), possivelmente devido ao fato das plantas de macieira se encontrarem sem folhas nesta época do ano. Outro aspecto é a presença de vegetação rasteira de cobertura entre as fileiras dos pomares, bem como esta vegetação se assemelhar às mesmas ocorrentes nas áreas de lavoura que também se encontram em repouso no inverno, como soja, por exemplo.

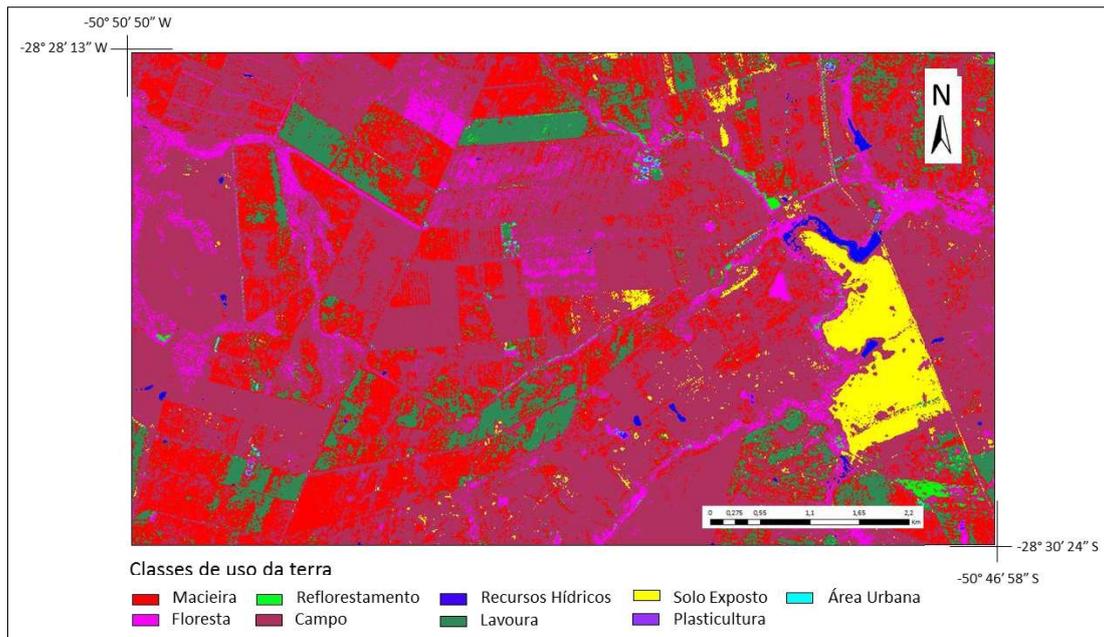


Figura 3. Cena Rapideye de 31 de agosto de 2011, recorte da imagem classificada da área de estudo.

Na classificação feita sobre a imagem de outubro de 2012 a classificação de macieiras obteve maior sucesso, porque nesta época já existem flores e folhas, ou seja, material suficiente para caracterizar a assinatura espectral da macieira, como mostra a Figura 4. Com exceções, os pomares 4, 8 e 9 tiveram a maioria da área classificada como lavoura, possivelmente pelo fato de estavam com plantas de cobertura de solo e/ou plantas novas na primavera.

O NDVI feito sobre as mesmas passagens das imagens Rapideye e, ao serem analisados nos dez pomares (Figura 5), mostrou valores de índice de vegetação: 1) menores do que 0,5 nas áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9 e 10 para a época de inverno e; 2) maiores do que 0,5 para época de primavera nas áreas 1, 2, 3, 5, 6, 7 e 10. O cálculo do NDVI mostrou-se coerente quando comparado com os produtos da classificação digital (Tabela1). Possivelmente, a exceção das áreas com NDVI baixo na primavera pode ser devido ao fato de que estas foram áreas novas com cobertura no inverno de 2011 e estavam roçadas e/ou com plantas novas na primavera de 2012.

Ao analisar a Tabela 1, Observou-se que na data de 31 de agosto de 2011, a classificação dos pomares 1, 3, 5, 8 e 9, foi maior do que 50% de área de maçã, já na data de 12 de outubro de 2012, os pomares 4, 8, 9 e 10, foi menor do que 30% de área de maçã, esses valores estão relacionados com a reflectância emitida da área de

estudo, podendo ser uma área erradicada no pomar em estudo.

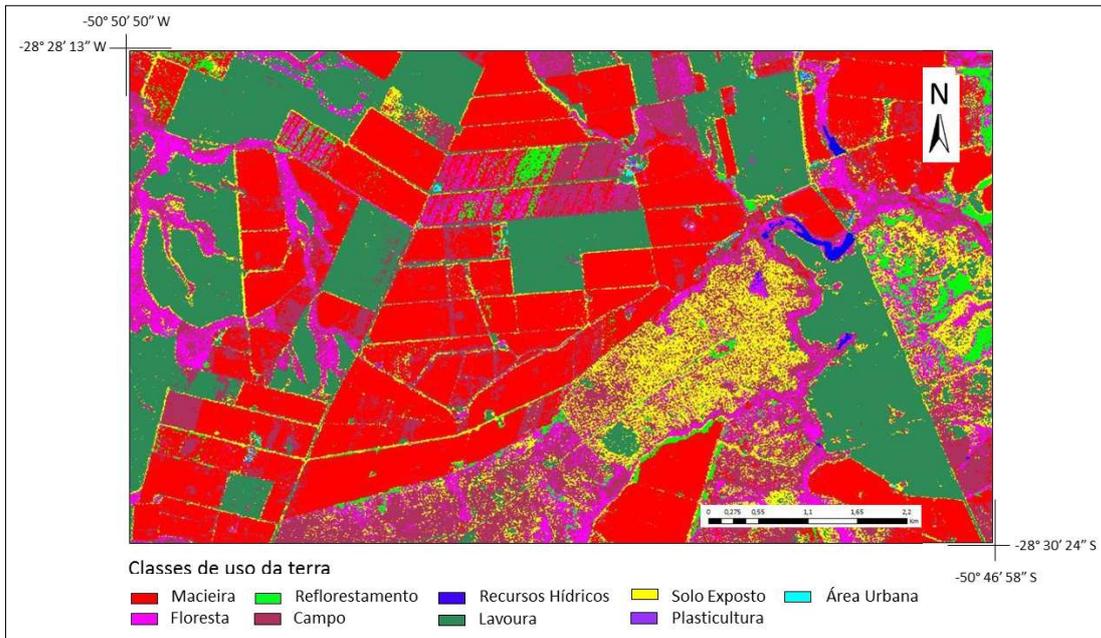


Figura 4. Cena RapidEye de 13 de outubro de 2012, recorte da imagem classificada da área de estudo.

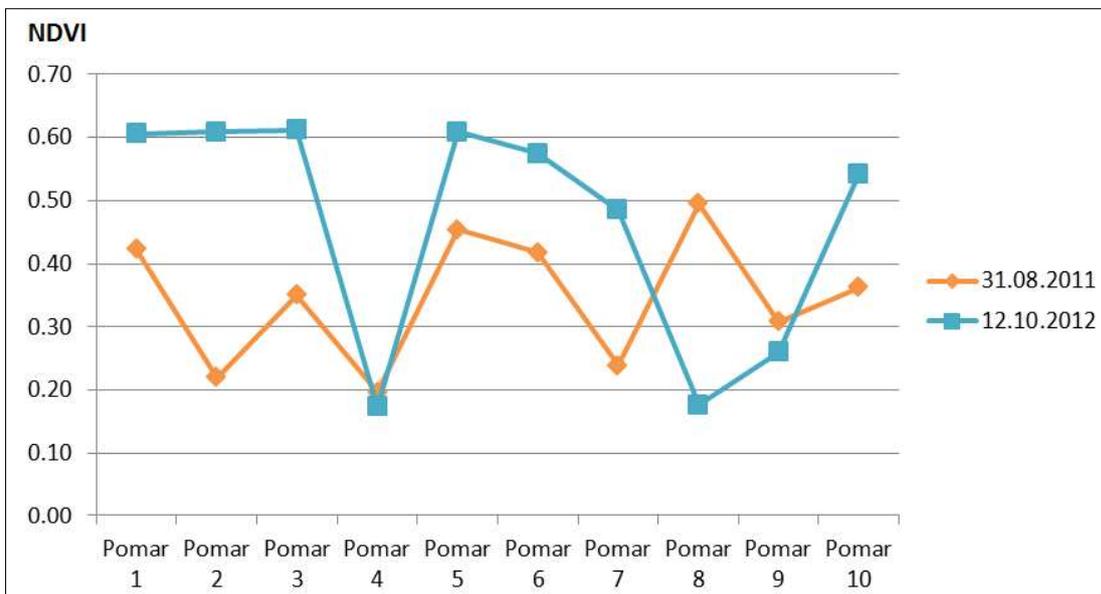


Figura 5. Gráfico do NDVI em duas datas de cena RapidEye: agosto de 2011 e outubro de 2012.

TABELA 1. COMPARAÇÃO ENTRE NDVI E PORCENTAGEM DE CLASSIFICAÇÃO DE CLASSE MACIEIRA EM POMARES POR DISTÂNCIA DE MAHALANOBIS FEITOS SOBRE A IMAGEM RAPIDEYE EM DATAS DIFERENTES.

Pomares	31/08/2011		13/10/2012		Área Total (hectares)
	Classe macieira	NDVI	Classe Macieira	NDVI	
Pomar 1	63,78%	0,42	82,68%	0,61	9,55
Pomar 2	3,65%	0,22	92,79%	0,61	10,18
Pomar 3	60,10%	0,35	84,70%	0,61	6,65
Pomar 4	5,37%	0,20	25,62%	0,17	32,62
Pomar 5	73,06%	0,45	99,14%	0,61	2,25
Pomar 6	45,61%	0,42	89,29%	0,58	9,88
Pomar 7	10,09%	0,24	67,73%	0,49	7,98
Pomar 8	54,23%	0,50	13,1%	0,18	6,53
Pomar 9	25,25%	0,31	24,14%	0,26	21,86
Pomar 10	12,88%	0,36	28,42%	0,54	24,75

Fonte: Software Envi 4.0

CONCLUSÕES

A partir de análise dos resultados de classificação, a informação espacial, em dados de sensoriamento remoto, teve papel fundamental na melhoria da classificação de uso/cobertura da terra. A incorporação de imagens de textura, em bandas multiespectrais, e o uso de método baseado em classificação digital são formas importantes de melhorar a classificação, especialmente para imagens de alta resolução espacial.

De acordo com os resultados obtidos, o método de classificação por Mahalanobis apresentou agilidade em seu processamento, tendo uma noção do cálculo da área de distribuição de pomares de maçã na região de Vacaria, confirmada na propriedade onde foram avaliados pomares mais detalhadamente, por meio do conhecimento da verdade do terreno.

A comparação com NDVI de parcelas conhecidas de macieira auxiliou na interpretação dos resultados da classificação supervisionada. Sendo assim, recomenda-se para futuras classificações de imagens na zona produtora de maçã a época de verão, entre os meses de dezembro e março, pois é onde se tem melhores resultados de área de macieiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGAPOMI - Associação Gaúcha dos Produtores de Maçã 2014. <http://www.agapomi.com.br/>
- Centeno, J.A.S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. 209 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. 2007. Embrapa nos Biomas Brasileiros. Disponível: <<http://www.embrapa.gov.br/publicacoes/institucionais/laminas-biomas.pdf>>
- Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI. A cultura da macieira. Florianópolis: EPAGRI, 2006. 743 p.
- Hoff, R. ; Farias, A. R. ; Ducati, J. R. ; Toniolo, G. R. . Aplicação de processamento digital de imagens orbitais e SIG para apoio à agricultura de precisão nas culturas da videira e macieira no Rio Grande do Sul. In: Ricardo Yassushi Inamasu, João de Mendonça Naime, Álvaro Vilela de Resende, Luis Henrique Basso, Alberto Carlos de Campos Bernardi. (Org.). **Agricultura de Precisão: um novo olhar**. São Carlos: Editora Cubo, 2011, v. 1, p. 273-276.
- Hubert-Moy, L.; Cotonnec, A.; Le Du, L.; Chardin, A.; Perez, P. A Comparison of Parametric Classification Procedures of Remotely Sensed Data Applied on Different Landscape Units. **Remote Sensing of Environment**, v. 75, p. 174–187, 2001.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2014. <http://www.ibge.gov.br>
- INSA – Instituto Nacional do Semiárido. 2014. <http://www.insa.gov.br>
- ITT VIS - ITT Visual Information Solutions. 2014. Disponível: <http://www.ittvis.com>
- Jackson, R. D.; Huete, A. R. Interpreting vegetation indices. **Preventive Veterinary Medicine**, v.11, n.3-4, p.185-200, 1991.
- Luz, N.B. da; Antunes, A.F.B.; Tavares Júnior, J.B. Segmentação multirresolução e classificação orientada a objetos aplicados a imagens SPOT-5 para o mapeamento do uso da terra. **Floresta**, v.40, p.429-446, 2010.
- MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cenário da cadeia produtiva da maçã. Secretaria de Política Agrícola. Ano 6 Vol. 54, março de 2013
- MMA – Ministério do meio Ambiente. Geocatálogo, acesso às imagens Rapideye. Brasília, 2014. <http://geocatalogo.ibama.gov.br>
- Prefeitura Municipal de Vacaria. 2014. <http://www.vacaria.rs.gov.br/>
- Richards, J.A. (1993). **Remote sensing digital image analysis - an introduction**. 2nd ed. Springer-Verlag, Berlin, 496 p.
- Rouse, J.W.; Haas, R.H.; Schell, J.A.; Deering, D.W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3., 1973, Washington. **Proceedings**. Washington: National Aeronautics and Space Administration, 1973.p.309-317.
- Schrammel, B. M.; Gebler, L. Utilização de ferramentas do SIG para agricultura de precisão no planejamento ambiental de uma pequena propriedade rural produtora de maçãs. In: Ricardo Yassushi Inamasu; João de Mendonça Naime; Álvaro Vilela de Resende; Luis Henrique Basso; Alberto Carlos de Campos Bernardi. (Org.). **Agricultura de Precisão: Um novo olhar**. 1 ed. São Carlos: Embrapa Instrumentação, 2011, v. 1, p. 222-226
- Theodoridis, S.; Koutroumbas, K. **Pattern Recognition**. Canada: Academic Press, 2009. 961 p.
- Tucker, C. J.; Slayback, D. A.; Pinzon, J. E.; Los, S. O.; Myneni, R. B.; Taylor, M. G. Higher northern latitude normalized difference vegetation index and growing season trends from 1982 to 1999. **International Journal of Biometeorology**, v. 45, n. 4, p.184-190, 2001. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-001-0109-8>
- Wang, Z.X.; Liu, C.; Huete, A. From AVHRR-NDVI to MODIS-EVI: advances in vegetation index research. **Acta Ecologica Sinica**, v.23, p.979-987, 2003