

Análise da dinâmica espacial do uso da terra a partir de imagens da série Landsat nos municípios da Microrregião Campanha Central/RS

Aline Biasoli Trentin¹
Carline Biasoli Trentin²
Gisieli Kramer³

¹ Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA
Av. Antônio Trilha, 1847 - 97300-000 - São Gabriel - RS, Brasil
alinetrentin@unipampa.edu.br

² Universidade Federal do Mato Grosso - UFMT
Av. Valdon Varjão, 6390 - 78600-000 - Barra do Garças - MT, Brasil
carlinebtrentin@gmail.com

³ Universidade Internacional - UNINTER
Rua Pedro Carlos Neppel, 464 - 85819-769 - Cascavel - PR, Brasil
gisieli@outlook.com.br

Abstract. The continuous monitoring of land use in the Pampa biome, through Geoprocessing tools, has great importance in respect of use and management of natural vegetation. This article aims to analyse the dynamics of land use and cover in the municipalities of Campanha Central Microregion/RS, in the years 2010 and 2015, using remote sensing image Landsat series. The methodology consisted in the acquisition of Landsat 5 TM satellite images for 2010 and Landsat 8 OLI for 2015. The georeferencing of the Landsat 5 TM scenes using as a basis the Landsat image 8 OLI, then the mosaic of scenes for the two dates. For the classification of the images was considered the maximum likelihood algorithm, based on samples of training according to the main land uses of in the Microregion (field/pasture, forested area, temporary crops, soil exposed and water). The results showed excellent performance of the classifier, greater than 99%, for the two dates. The class field/pasture stood out in the study area, in two years. However, overall there was a decrease in these areas, as a result of the increase of temporary crops and forest areas, possibly linked to intensification of agricultural and forestry activities. These results allowed concluding that the use of remote sensing images in a spatio temporal perspective, can contribute with continuous information and analysis on the characteristics of the region under study.

Palavras-chave: Remote sensing, land use, Landsat, Pampa biome, sensoriamento remoto, uso da terra, Landsat, bioma Pampa.

1. Introdução

A cobertura vegetal brasileira apresenta grande diversidade no território nacional. Além de ecossistemas florestais, com alta biodiversidade, observam-se também formações vegetais abertas, incluindo fisionomias campestres (Overbeck et al., 2015). No sul do Brasil, a vegetação campestre ocorre nos biomas Mata Atlântica e no bioma Pampa (Overbeck et al., 2015). O bioma Pampa localiza-se em porções do território argentino, uruguaio e brasileiro, sendo restrito ao estado do Rio Grande do Sul, no qual ocupa aproximadamente 63% do território (Suertegaray e Silva, 2009). Sua vegetação original é constituída por espécies herbáceas, arbustivas e de arvoretas coexistindo em uma matriz de gramíneas (Behling et al., 2009).

As diferentes fisionomias da vegetação campestre no bioma Pampa são influenciadas principalmente por características geomorfológicas e climáticas, além de interferências no manejo e uso do solo (Overbeck et al., 2015). De acordo com o mapeamento do bioma Pampa realizado por Hasenack e Cordeiro (2007), a cobertura vegetal original compreende aproximadamente 41,32% da área total do bioma, enquanto 58,68% apresentam modificações por usos antrópicos. Entre estes usos destacam-se a expansão da agricultura e a implantação de espécies arbóreas exóticas, como o eucalipto (Behling et al., 2009).

Para Foley et al. (2005) as mudanças de uso da terra tem se tornado uma questão ambiental global, devido a crescente utilização de recursos naturais, prejudicando a capacidade de regeneração de ecossistemas e consequente diminuição da biodiversidade. Diante disso, uma das formas que possibilita o monitoramento contínuo do uso da Terra, concentra-se na utilização de dados de Sensoriamento Remoto aliado aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG).

Jensen (2009) explica que as imagens de sensoriamento remoto permitem identificar padrões e interações entre homem e ambiente, considerando uma perspectiva ampla da superfície. Com o mesmo intuito, Shimabukuro et al. (1998) comentam que alterações na cobertura da terra ocorridas em função de atividades humanas ou devido a causas naturais podem ser detectadas, uma vez que modificam a resposta espectral dos alvos inerentes da cena. Com isso, dados de sensores remotos aliados a ferramentas computacionais como o SIG, que possibilitam análises complexas a partir da integração de dados, tornam possível a elaboração de produtos cartográficos confiáveis (Câmara e Davis, 2004).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar a dinâmica de uso e cobertura da Terra nos municípios da microrregião Campanha Central/RS, nos anos de 2010 e 2015, utilizando imagens de sensoriamento remoto da série Landsat.

2. Metodologia de Trabalho

O recorte espacial considerado neste estudo compreende a microrregião Campanha Central, constituída pelos municípios: Santana do Livramento, Rosário do Sul, São Gabriel e Santa Margarida do Sul (Figura 1), com área aproximada de 6.952 km², 4.370 km², 5.021 km² e 954 km², respectivamente. A referida microrregião localiza-se no sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, inserida no bioma Pampa, com área total de aproximadamente 17.299 km² (IBGE, 2010).

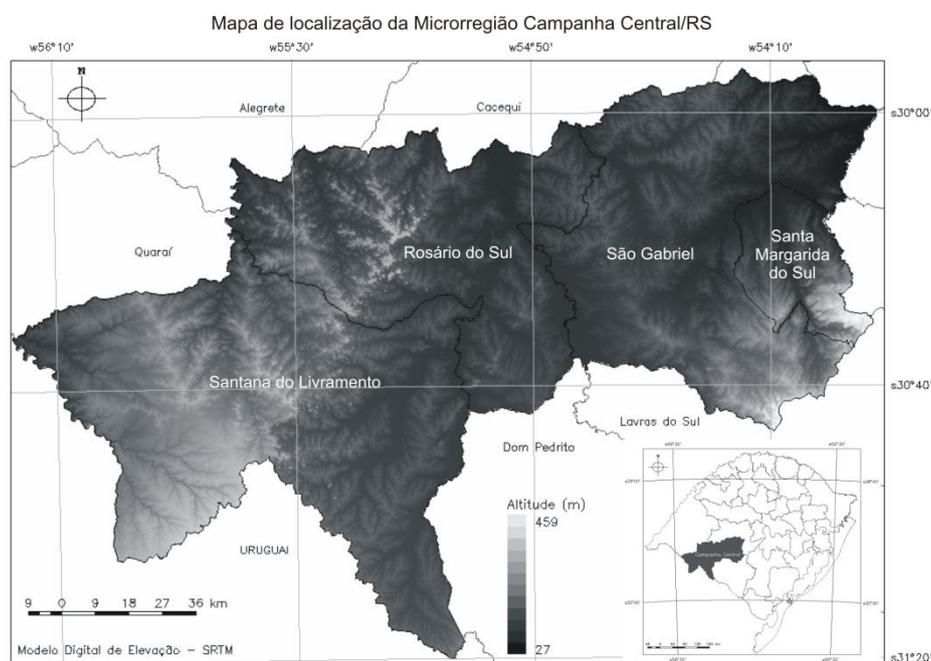


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Modelo digital de elevação - SRTM (Adaptado de Weber et al., 2004).

Os procedimentos metodológicos consistiram na aquisição de imagens dos satélites Landsat 5 sensor *Thematic Mapper* (TM) e Landsat 8 sensor *Operational Land Imager* (OLI), com resolução espacial de 30 metros, disponibilizadas gratuitamente pela Divisão de Geração

de Imagem (DGI/INPE). Para a cobertura da área de estudo foram necessárias três cenas, correspondentes a órbita/ponto 223/81, 223/82 e 224/81. Considerou-se para a escolha das cenas, a ausência de nuvens e a mesma época do ano para 2010 e 2015 (Tabela 1).

No *software* SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas), versão 5.3 (Câmara et al., 1996), realizou-se a operação de registro imagem por imagem, para as cenas do Landsat 5 TM, utilizando como base as imagens Landsat 8 OLI. Em seguida procedeu-se o mosaico das cenas de cada ano e realizou-se o recorte das imagens para cada município pertencente à microrregião, a partir dos limites municipais disponibilizados pelo IBGE. Ainda na fase de pré-processamento, aplicou-se o contraste linear nas composições coloridas 543 RGB (Landsat 5 TM de 2010) e 654 RGB (Landsat 8 OLI de 2015), a fim de melhorar a qualidade visual das imagens. Estas bandas, que se referem a mesma região do espectro eletromagnético, apresentam melhor distinção entre solo e água, com a vegetação mais discriminada (DGI/INPE).

Tabela 1. Data das cenas Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI de acordo com a órbita/ponto.

Órbita/ponto	223/81	223/82	224/81
Landsat 5 TM	26/12/2010	26/12/2010	01/12/2010
Landsat 8 OLI	08/12/2015	08/12/2015	29/11/2015

Na etapa seguinte procedeu-se a classificação de imagens de 2010 e 2015 utilizando o classificador supervisionado Máxima Verossimilhança (MAXVER). Foram selecionadas amostras de treinamento, por meio da análise visual dos padrões de uso da terra, discriminando cinco classes: campo/pastagem (áreas de vegetação campestre natural ou plantada), área florestal (mata ciliar, áreas florestais nativas ou implantadas), cultura temporária (áreas com cultivos agrícolas), solo exposto (áreas de agricultura em pousio, afloramentos rochosos e areais) e água (corpos hídricos, açudes ou rios). Após a classificação, avaliou-se a matriz de confusão entre as classes e o desempenho médio do classificador.

A edição final dos mapas foi elaborada no componente SCarta, implementado no SPRING.

3. Resultados e Discussão

A classificação das cenas Landsat 5 TM do ano de 2010 apresentou um desempenho geral de 99,73%, 99,46%, 99,77% e 99,79%, nos municípios de Rosário do Sul, São Gabriel, Santana do Livramento e Santa Margarida do Sul, respectivamente.

A representação espacial (Figura 2) das classes de uso da terra mostrou a predominância da classe campo/pastagem nos municípios que constituem a microrregião Campanha Central. Esta é uma característica inerente da região, que favorece a atividade pecuária (Santos et al., 2011; Brites et al., 2013). Nesta classe destaca-se o município de São Gabriel, com 2719,59 km² (aproximadamente 54% da área do município) (Tabela 2). As áreas florestais, em geral, localizam-se no entorno de corpos d'água. Com exceção de Santana do Livramento, nos demais municípios é possível observar formas regulares desta classe de uso, indicando a presença de vegetação arbórea implantada.

No mapa de uso da terra do município de Santana do Livramento (Figura 2C) em 2010, a classe solo exposto apresentou grande destaque. Especialmente neste município, este resultado pode estar relacionado a áreas onde predominam gramíneas de porte baixo e solos rasos, possibilitando a ocorrência de déficit hídrico, além da exposição da superfície do solo em função do sobrepastoreio (Boldrini, 2009).

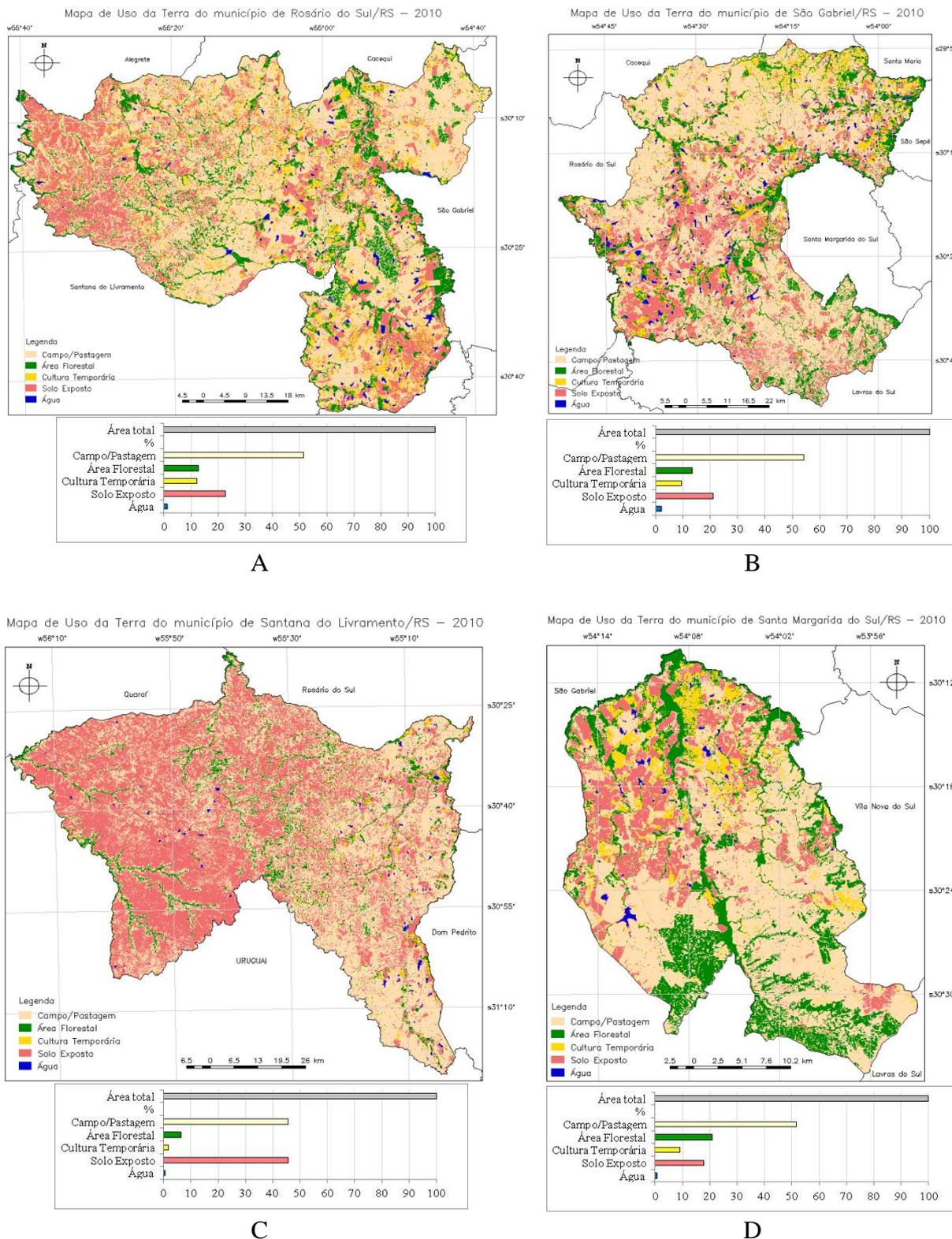


Figura 2. Mapas de uso da terra e a porcentagem de cada classe temática nos municípios da microrregião Campanha Central/RS (A - Rosário do Sul; B - São Gabriel; C - Santana do Livramento; D - Santa Margarida do Sul), no ano de 2010.

Nos demais municípios que compõem a microrregião, as áreas de solo exposto aparecem em formatos regulares (Figura 2), podendo indicar locais em pousio utilizados para culturas temporárias. Esta informação é confirmada por Brites et al. (2013), sugerindo que o

incremento de solo exposto ocorrido na região entre 1992 e 2010 poderia estar vinculado a expansão da lavoura orizícola. Além disso, o período da imagem (início do verão) é próprio para o plantio de arroz e soja, principalmente (Santos et al., 2011). Por esta razão, a classificação das imagens indicou algumas áreas já plantadas, com destaque para Rosário do Sul, com aproximadamente 532 km² (Tabela 2).

Tabela 2. Área das classes (km²) de uso da terra nos municípios da microrregião Campanha Central/RS, nos anos de 2010, 2015 e a diferença no período.

Municípios	Ano	Água (km ²)	Solo Exposto (km ²)	Cultura Temporária (km ²)	Área Florestal (km ²)	Campo-Pastagem (km ²)
Rosário do Sul	2010	50,69	983,25	532,32	549,95	2250,93
	2015	54,58	998,25	645,99	650,18	2021,37
	Alteração	3,90	15,00	113,67	100,23	-229,56
São Gabriel	2010	104,72	1050,74	476,31	670,20	2719,59
	2015	101,81	1526,88	973,73	561,49	1860,04
	Alteração	-2,91	476,14	497,42	-108,71	-859,55
Santa Margarida do Sul	2010	6,79	168,74	86,00	198,58	494,04
	2015	13,51	236,30	193,56	204,87	307,05
	Alteração	6,71	67,56	107,55	6,29	-186,99
Santana do Livramento	2010	31,70	3171,00	124,27	448,00	3177,10
	2015	32,91	806,56	1816,91	604,69	3691,32
	Alteração	1,21	-2364,44	1692,64	156,69	514,22

No ano de 2015, a classificação das cenas Landsat 8 OLI obteve um desempenho geral de 99,69%, 99,75%, 99,92% e 99,93%, nos municípios de Rosário do Sul, São Gabriel, Santana do Livramento e Santa Margarida do Sul, respectivamente.

Na Figura 3 é possível observar a espacialização do uso da terra nos municípios que constituem a microrregião Campanha Central. Da mesma forma que 2010, em 2015 também há predominância da classe campo/pastagem, destacando-se o município de Santana do Livramento, onde esta classe ocupa aproximadamente 53% da área do município (Figura 3C). Estas áreas apresentaram um aumento de 514,22 km² em Santana do Livramento, enquanto nos demais municípios houve diminuição, possivelmente relacionadas ao aumento de áreas cultivadas, como observado na Tabela 2. Em estudo multitemporal entre 1992 e 2010, Brites et al. (2013) também verificou redução das áreas campestres (em aproximadamente 9%) na microrregião Campanha Central, associando esta redução ao êxodo rural e a produção da silvicultura.

Os investimentos no setor da silvicultura, em especial para produção de madeira para papel e celulose (IBGE, 2016), podem justificar o aumento da área florestal observado entre 2010 a 2015. No entanto, no município de São Gabriel verificou-se redução desta classe (Tabela 2). Dados do IBGE mostram que a produção de madeira em tora (com finalidades variadas) passou de 1.919 m³ em 2010, para 76.900 m³ em 2015, em São Gabriel. Isto indica que a redução da classe área florestal no município, pode estar associada ao corte da vegetação neste período. Além disso, ocorre similaridade espectral das amostras de área florestal, em locais recentemente plantados, com as classes temáticas de cultura temporária e campo/pastagem. Esta semelhança pode ter gerado confusão entre as classes no momento da classificação.

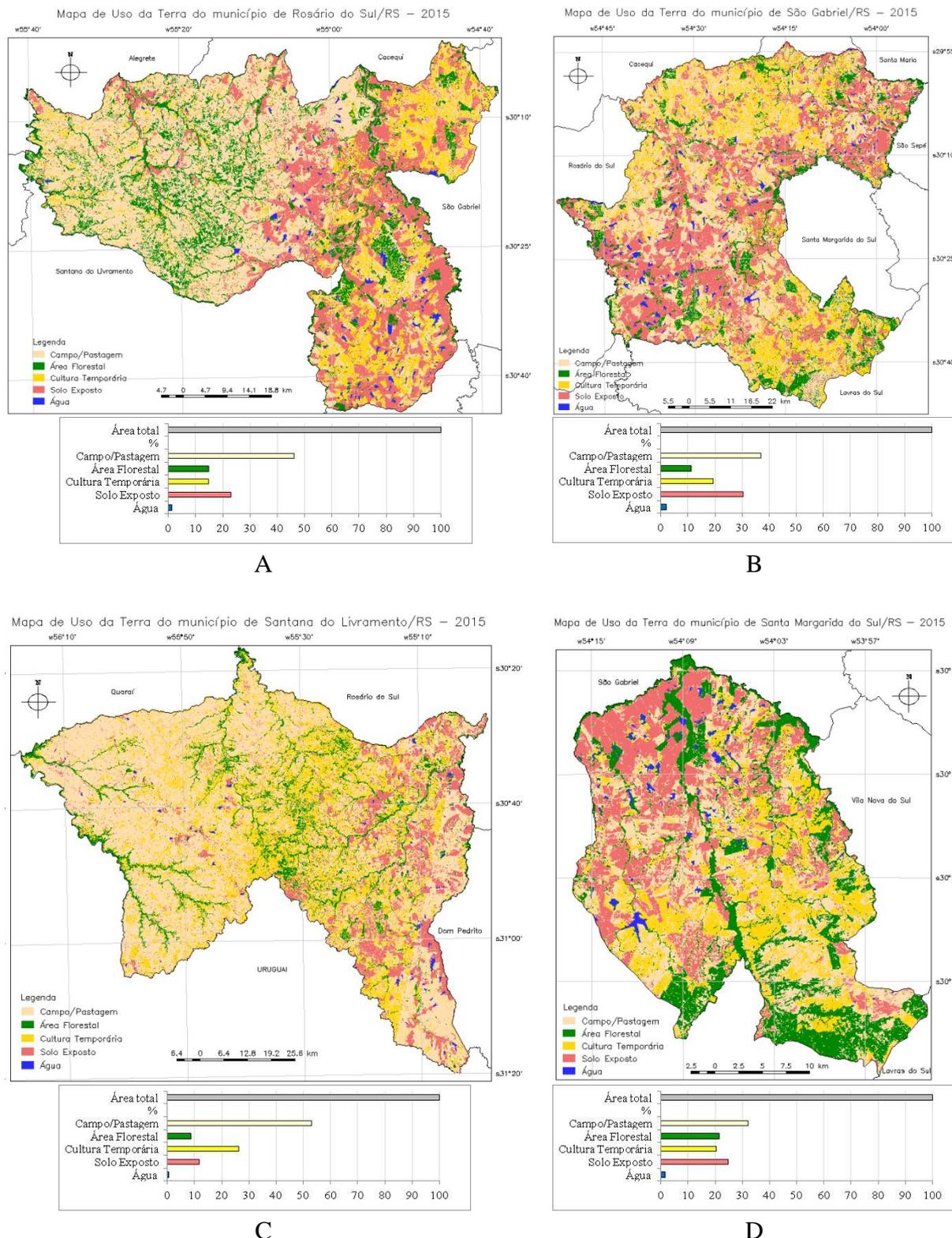


Figura 3. Mapas de uso da terra e a porcentagem de cada classe temática nos municípios da microrregião Campanha Central/RS (A - Rosário do Sul; B - São Gabriel; C - Santana do Livramento; D - Santa Margarida do Sul), no ano de 2015.

A maior modificação no uso da terra foi observada no município de Santana do Livramento (Tabela 2). Na porção centro-leste do município, muitas áreas de solo exposto foram substituídas pela classe culturas temporárias (Figura 3C), revelando a intensificação da

agricultura na região. Os dados da produção agrícola municipal do IBGE corroboram este resultado, uma vez que a produção de soja no município de Santana do Livramento passou de 18 mil toneladas em 2010, para 96 mil toneladas em 2015, fato que explica o aumento da classe cultura temporária (de aproximadamente 1692,64 km²). Por outro lado, houve expressiva conversão da área de solo exposto para a classe campo, principalmente na porção oeste do município (Figura 3C). Esta alteração pode indicar que não houve déficit hídrico no ano de 2015, favorecendo a identificação da vegetação herbácea de porte baixo.

4. Conclusões

- No período 2010-2015 a principal alteração no uso da terra esteve relacionada à diminuição das áreas de vegetação campestre, associada a expansão de áreas para utilização agrícola ou de implantação florestal.

- As técnicas utilizadas permitiram concluir que imagens de sensoriamento remoto, em uma perspectiva espaço-temporal, podem contribuir com informações e análises contínuas sobre as características da superfície.

Referências Bibliográficas

- Behling, H.; Jeske-Pieruschka, V.; Schüler, L.; Pillar, V.P. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A. (Ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. cap. 1. p.13-25.
- Boldrini, I.I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A. (Ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. cap. 04, p.63-77.
- Brites, D.I.S.; Silva, E.A.; Goergen, L.C.G.; Nunes, M.M.C.; Pereira, R.S. Dinâmica espaço-temporal do uso de solo da terra da microrregião na Campanha Central do Rio Grande do Sul entre os anos de 1992 e 2010. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 13, n. 13, p. 2701-2709, 2013.
- Câmara, G.; Davis, C. Introdução. In: Câmara, G.; Davis, C.; Monteiro, A. M. (ed). **Introdução à Ciência da Geoinformação**. São José dos Campos: INPE, 2004. cap. 1, p.1-5.
- Camara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, 1996.
- Foley, J.A. et al. Global Consequences of Land Use. **Science**, v. 309, p.570-574, 2005.
- Hasenack, H.; Cordeiro, J.L.P. (org.). **Mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2007. 30 p. (Relatório técnico Ministério do Meio Ambiente: Secretaria de Biodiversidade e Florestas no âmbito do mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros). Disponível em <http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo/arquivos/Publicacoes/Relatorios/2007/Relatorio_bioma_Pampa.pdf>. Acesso em: 30.out.2016.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Banco de Dados Agregados - Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30.out.2016.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Bases Cartográficas e Referenciais do Território. IBGE, 2010. Disponível em: <mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em: 19.out.2016.
- Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.
- Overbeck, G. E.; Boldrini, I. I.; Carmo, M. R. B. do; Garcia, É. N.; Moro, R. S.; Pinto, C. E.; Trevisan, R.; Zannin, A. Fisionomia dos campos. In: Pillar, V. De P.; Lange, O. (Ed.). **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: Rede Campos Sulinos – UFRGS, 2015. cap. 3, p.33-44.

Santos, M.A.P.; Fantinel, R.A.; Palmeira, A.N.; Marta, J.; Benedetti, A.C.P.; Saidelles, A.P.F. Evolução multitemporal do uso e cobertura da terra no município de São Gabriel, RS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 15, 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2011. Artigos, p. 6750-6756. CD-ROM, On-line. ISBN: 978-85-17-00057-7. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p1242.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2016.

Shimabukuro, Y. E.; Novo, E. M.; Ponzoni, F. J. Índice de vegetação e modelo linear de mistura espectral no monitoramento da região do Pantanal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n. Especial, p.1729-1737, 1998.

Suertegaray, D.M.A.; Silva, L.A.P. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In: Pillar, V.P.; Müller, S.C.; Castilhos, Z.M.S.; Jacques, A.V.A. (Ed.). **Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA, 2009. cap. 3. p.42-59.

Weber, E.; Hasenack, H.; Ferreira, C.J.S. **Adaptação do modelo digital de elevação do SRTM para o sistema de referência oficial brasileiro e recorte por unidade da federação**. Porto Alegre: UFRGS/Centro de Ecologia, 2004. ISBN 978-85-63843-02-9. Disponível em: <<http://www.ecologia.ufrgs.br/labgeo>>. Acesso em: 19.out.2016.