



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

APLICAÇÃO DO ALGORITMO LEGAL/SPRING NA COBERTURA FLORESTAL DO MUNICÍPIO DE IVORÁ/RS NOS ANOS DE 2011 E 2012

Caroline Kist da **Silva**¹; Rudiney Soares **Pereira**²; Matheus Mesquita da Costa **Nunes**³;
Thomaz Penteado Cyrino Teixeira da **Silva**⁴; Ivan André **Alvarez**⁵

Nº 14508

RESUMO – Neste trabalho, foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto a fim de analisar a distribuição dos recursos florestais do Município de Ivorá, RS, enfocando sua evolução, para, com isso, manejar a área do município visando a sustentabilidades de suas atividades. A área de estudo é caracterizada pelos biomas Mata Atlântica e Pampa, característicos do Estado do Rio Grande do Sul, e tem sua economia fortemente baseada na pecuária e agricultura. Para a realização do trabalho, foram utilizados dados temporais do satélite RapidEye, sensor Reis, datados de 2011 e 2012. Foi criado um banco de dados, que foi usado para: testar variadas composições e contrastes; definir as legendas das categorias de uso e cobertura da terra; realizar testes de segmentação, classificação das imagens e elaborar uma programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL) (CÂMARA, 1995); e elaborar os mapas temáticos. A classificação supervisionada das imagens revelou que a classe de uso do solo “Floresta” foi predominante no município em 2011 e 2012, quando representou um quarto da sua área total. Conclui-se que, por meio da análise LEGAL, houve aumento da expansão florestal em detrimento do desmatamento, o que evidencia a importância da análise de uso do solo para a adequação e o planejamento ambiental do município.

Palavras-chaves: Sustentabilidade, planejamento, sensoriamento remoto, cobertura florestal, uso da terra.

1 Autora, Estagiária Embrapa: Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS; carol_ks_324@hotmail.com.

2 Colaborador, Professor da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

3 Colaborador, Estagiário Fatec: Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS.

4 Colaborador, Estagiário Embrapa: Graduação em Engenharia Agrícola, Feagri / Unicamp, Campinas-SP.

5 Orientador: Pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite, Campinas, SP; ivan.alvarez@embrapa.br.



ABSTRACT – *In this work we used remote sensing techniques in order to analyze the distribution of forest resources in the city of Ivorá, Rio Grande do Sul, focusing on the city's development, in order to manage its area aiming the sustainability of its activities. The study area is characterized by the 'Mata Atlântica' and 'Pampa' biomes, which are characteristic for the state of Rio Grande do Sul, and its economy is strongly based on livestock and agriculture. The data used in this study were obtained from temporal series of the RapidEye satellite, REIS sensor, for the years 2011 and 2012. A database was created and used for: testing several compositions and contrasts; defining the captions of land use and land cover categories; perform segmentation tests; classify images and prepare a GIS programming ('Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico', LEGAL) (CÂMARA, 1995); and produce thematic maps. The supervised classification of the images revealed that a quarter of the total area of the city was classified as "Forest" in the years 2011 and 2012. We observed, by means of the LEGAL analysis, that there was an increase in forest expansion at the expense of deforestation, which highlights the importance of land use analysis for environmental and economic planning.*

Key-words: Sustainability, planning, remote sensing, forest cover, land use.

1 INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul apresenta áreas florestais que estão sob intensa pressão de setores produtivos, especialmente nas áreas físicas consideradas como minifúndios e que, em muitas ocasiões, sofrem pressão para abrir espaços de ocupação para atividades agrícolas. Dessa forma, é parte importante do processo produtivo manejar essas áreas visando a sustentabilidade de suas atividades, pois as pesquisas em geoprocessamento e sensoriamento remoto podem ser um suporte para subsidiar o manejo sustentável (ALONSO, 1997). Barbosa e Cordeiro (2001) dizem que, por meio de informações qualitativas e quantitativas sobre os recursos florestais, obtidas a partir de dados temporais de sistemas sensores, é possível realizar uma análise da distribuição dos recursos naturais, como a Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (LEGAL), que permite monitorar a evolução das classes de uso, como agricultura, floresta, entre outros usos. Objetiva-se, assim, acompanhar a evolução florestal do Município de Ivorá, RS, nos anos de 2011 e 2012, utilizando dados multiespectrais do sistema sensor RapidEye Earth Imaging System (REIS).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Descrição da área de estudo

O Município de Ivorá, localizado na região central do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), integra as regiões fisiográficas Planalto Meridional Sul-rio-grandense e Depressão Central. As coordenadas do município são Lat. 29°31'13"S, Long. 53°34'50"W e altitude de 120 m, e ele faz parte dos biomas Mata Atlântica e Pampa.

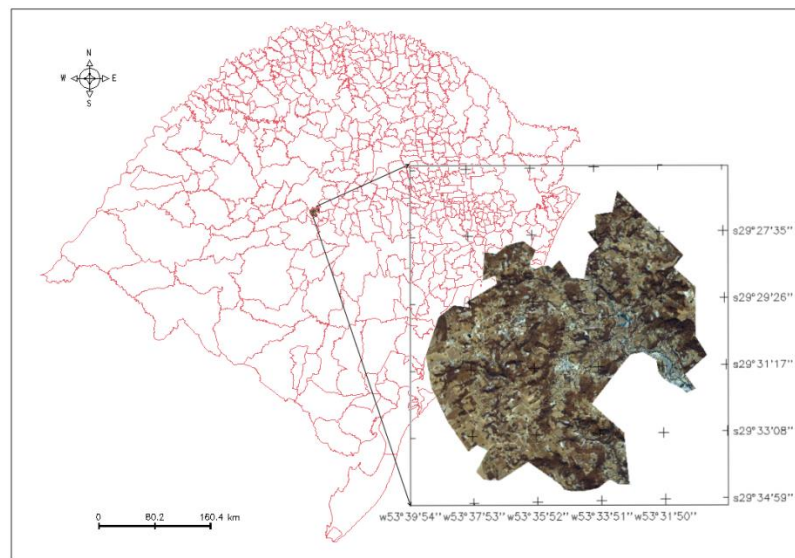


Figura 1. Localização do Município de Ivorá, RS.

O município tem população de 2.156 habitantes, segundo o IBGE (2010), distribuídos em uma área de 12.300 ha. Sua economia é baseada na pecuária e na agricultura, com 261 ha destinados à produção de fumo em folha seca, 1.521 ha para milho em grão e 2.562 ha para soja em grão.

2.2 Material

Foram utilizadas imagens digitais do sensor RapidEye Earth Imaging System (REIS) obtidas no mês de agosto, com radiometria de 12 bits, resolução espacial ortorretificada de 5 m e 5 bandas multiespectrais: azul (440-510 nm), verde (520-590 nm), vermelho (630-690 nm), *red-edge* (690-730 nm) e infravermelho próximo (760-880 nm). O software usado para processamento foi o Spring 5.1.8, com seus módulos Impima 5.1.8 e Scarta 5.1.8, além do Google Earth.



2.3 Métodos

A metodologia empregada compreendeu as atividades de preparação dos dados de imagens, como eliminação de ruído, criação de um banco de dados no Spring, testes de composições e contrastes, definição da legenda das categorias de uso e cobertura da terra, testes de segmentação, classificação das imagens, elaboração de uma programação em Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico (CÂMARA, 1995) e, por fim, elaboração dos mapas temáticos. Para avaliar a qualidade da classificação, foi utilizada a tabela proposta por Landis e Koch (1977), que contém uma escala de valores que definem a qualidade da classificação segundo o coeficiente Kappa (Tabela 1).

Tabela 1. Qualidade da classificação segundo intervalos do coeficiente Kappa.

Valor Kappa	Qualidade da classificação
< 0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977).

2.3.1 Classificação de imagens

A classificação foi realizada de forma supervisionada a partir do algoritmo Bhattacharya. Nesse método, a medida da distância é usada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, ou seja, a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais (INPE, 2012).

Com base nos padrões do Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013) e por meio de conhecimentos prévios da área de trabalho, foram criadas as seguintes classes: floresta, que compreende as formações vegetais arbóreas naturais e artificiais; agricultura, que corresponde às áreas com plantios agrícolas; campo, que representa os campos nativos e aqueles sob uso pecuário; solo exposto, que representa as áreas de uso urbano e agrícola em pousio; e água, que corresponde às áreas de águas de superfície, naturais e artificiais.

2.3.2 Análise LEGAL

Após a elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra para os anos de 2011 e 2012, foi realizado o cruzamento deles por meio da análise LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) conforme Câmara (1995). Para isso, foi utilizado um exemplo da



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

programação entre dois planos temáticos disponíveis no tutorial do Spring, no qual foram modificadas as categorias, os planos de informação e demais dados necessários para a obtenção da informação. Foram criadas novas classes temáticas, correspondentes ao cruzamento das classes de uso do solo entre os anos 2011 e 2012. O resultado obtido foi um mapa da dinâmica florestal para o período analisado, no qual distinguem-se as seguintes classes:

Manutenção – áreas correspondentes de florestas que não sofreram alterações entre 2011 e 2012, ou seja, foram mantidas entre os períodos estudados.

Expansão – áreas com uso convertido para floresta em 2012; foram consideradas áreas de regeneração natural e/ou de recuperação ambiental.

Desmatamento – áreas de floresta nativa subtraídas e convertidas para outro uso no período estudado.

Outros usos – áreas ocupadas por demais usos (agricultura, solo exposto, água, campo e área urbana).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Classificação das imagens

Os mapas de uso e cobertura da terra do ano de 2011 (Figura 2) e 2012 (Figura 3) mostram que a área da vegetação arbórea representa um quarto da área total do município, e corresponde a 5.536,86 ha em 2011 e 5.697,87 ha em 2012. Para esses mapas, os resultados do coeficiente Kappa foram, respectivamente, 0,995 (99,5%) e 0,958 (95,8%), portanto enquadram-se na classificação “excelente”, de acordo com a Tabela 1.

Ivorá caracteriza-se pela economia fortemente baseada no setor agropecuário, bastante diversificado. Há grandes e médias propriedades ocupadas por lavouras de arroz e soja. Neste estudo, 16% (2.008,22 ha) do uso do solo estão associados ao cultivo agrícola em 2011 e 13% (1.565,25 ha) em 2012; 10% (1.206,72 ha) da classe solo exposto em 2011 e 6% (750,69 ha) em 2012. Esta classe remete a áreas de cultivo agrícola, visto que se trata da época de semeadura do arroz na região. A proporção das classes de uso e cobertura pode ser visualizada na Figura 4.

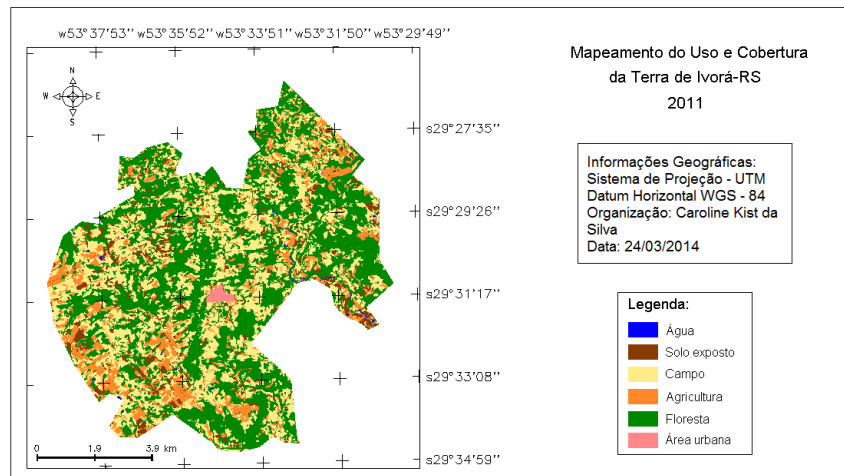


Figura 2. Mapa de uso e cobertura da terra do Município de Ivorá, RS, no ano de 2011.

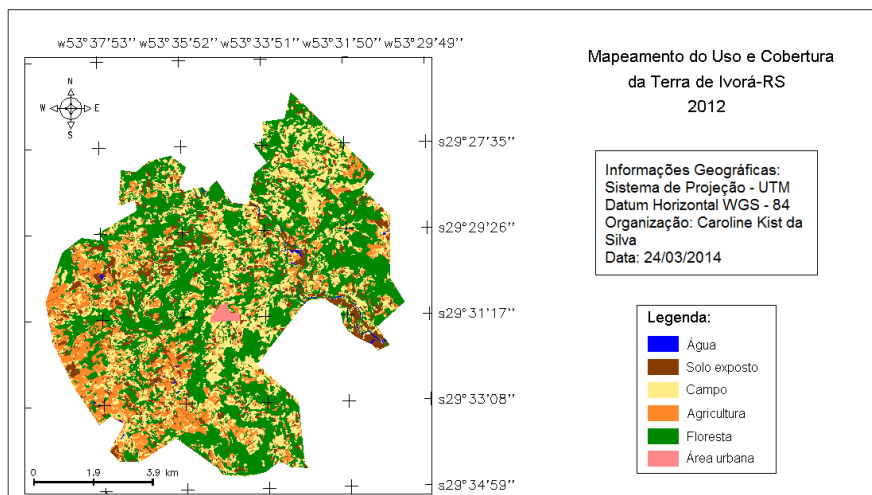


Figura 3. Mapa de uso e cobertura da terra do Município de Ivorá, RS, no ano de 2012.

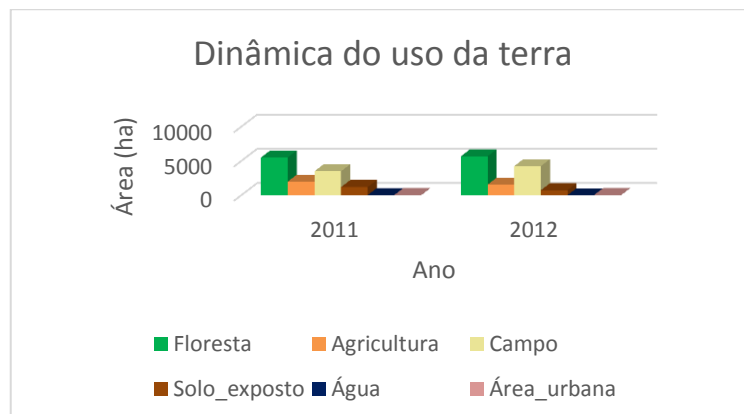


Figura 4. Distribuição das classes de uso e cobertura da terra no município em 2011 e 2012.



Por se tratar de uma região de economia agropecuária, a classe “campo” correspondeu a 28% (3.512,08 ha) da área total no primeiro ano e a 35% (4.263,61 ha) no segundo. A classe água, que correspondeu a áreas de 40,82 ha e 27,28 ha em 2011 e 2012, respectivamente, está associada à presença de rios e às áreas de cultivo de arroz. A área urbana, que representa um município em desenvolvimento, corresponde a 53,1 ha.

3.2 Análise LEGAL

Segundo o mapa da dinâmica florestal (Figura 5) e sua quantificação (Tabela 2), mantiveram-se preservados 4.549,49 ha de floresta. Os desmatamentos, por sua vez, ocorreram em 982,28 ha, que correspondem a 7,95% da área total do município. Contudo, a expansão foi de 1.145,74 ha, que abrange 9,28 % da área em estudo. Isso evidencia o gradativo respeito ao Código Florestal Brasileiro, aprovado em 1965, juntamente com a pressão dos órgãos ambientais, que trouxeram restrições às práticas dos agricultores, restringindo o corte de áreas florestais, principalmente em áreas das encostas das serras (com declividade superior a 45º) e áreas de mata ciliar (ITAQUI, 2002; FERRARI, 2008).

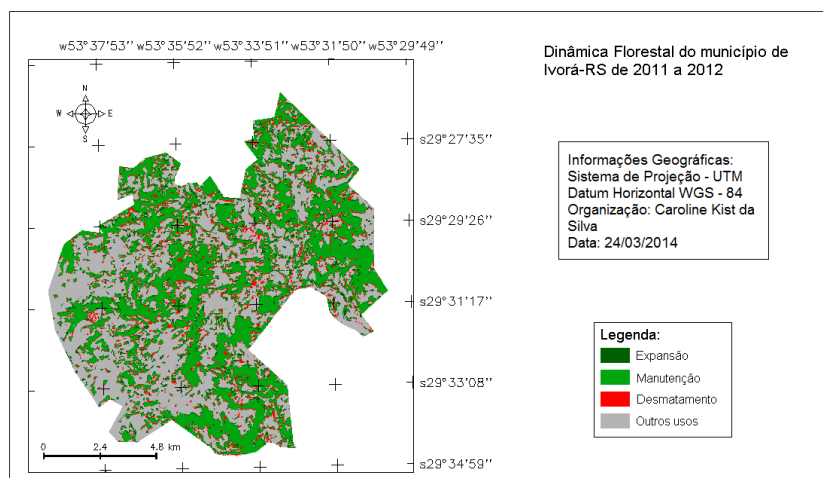


Figura 5. Dinâmica florestal do Município de Ivorá, RS, de 2011 a 2012.

Tabela 2. Quantificação das áreas do Município de Ivorá, RS, para as diferentes evoluções florestais.

Dinâmica florestal 2011 - 2012		
	Área (ha)	%
Expansão	1.145,74	9,28
Manutenção	4.549,49	36,84
Desmatamento	982,28	7,95
Outros usos	5.672,84	45,93
Total	12.350,35	100



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Trabalhos semelhantes foram feitos por Kleinpaul (2005) e Silva (2011), os quais também utilizaram a mesma metodologia para monitoramento da cobertura vegetal e mapeamento dos usos e da cobertura da terra em áreas do Estado do Rio Grande do Sul.

4 CONCLUSÃO

O aplicativo computacional Spring 5.1.8 possibilitou a classificação de uso da terra das imagens para a elaboração dos mapas temáticos referentes à área de estudo para os anos de 2011 e 2012, proporcionando confiabilidade aos resultados. As imagens RapidEye permitiram a classificação supervisionada da cobertura da terra e a quantificação das áreas de cinco diferentes usos do solo: floresta, solo exposto, agricultura, campo e água. A classe de uso do solo “Floresta” foi predominante no município em 2011 e 2012. Durante as transições estudadas no período em questão, houve aumento da expansão florestal em detrimento do desmatamento.

5 REFERÊNCIAS

- ALONSO, J. A. F. Panorama da economia do Rio Grande do Sul em 1996. **Revista Indicadores Econômicos Fee**, Porto Alegre, RS, v. 25, n.1, p. 137-154, 1997.
- BARBOSA, C. C. F.; CORDEIRO, J. P. C. **Manual de referência – LEGAL**. São José dos Campos, SP: INPE, 2001. 21 p.
- CÂMARA, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. 1995. 237 f. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP.
- FERRARI, R. **Modelagem dinâmica do uso e cobertura da terra da Quarta Colônia, RS**. 2008. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ, 2013.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades do Brasil**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 09 jun. 2014.
- INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Manual do usuário SPRING** (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas). 2012. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/usuarios/indice>>. Acesso em: 19 maio 2014.
- ITAQUI, J. **Quarta Colônia** – Inventário técnico de flora e fauna. Santa Maria: Condesus, 2002.
- KLEINPAUL, J. J. **Análise multitemporal da cobertura florestal da microbacia do Arroio Grande, Santa Maria, RS**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- LANDIS, J.; KOCH, G. G. The measurements of agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 3, p. 159-179, 1977.
- SILVA, E. A. **Mapeamento do uso e cobertura vegetal do município de Floresta-PE**. 2011. 56 f. (Dissertação em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.