

Mapeamento e Monitoramento da Cobertura Vegetal nos Municípios da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul

Juliana Silveira dos Santos
Alessandro Gonçalves Girardi

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul - UERGS/Alegrete
Av. Assis Brasil, 960 – Alegrete – RS, Brasil
{juliana-04100731, alessandro-girardi}@uergs.edu.br

Abstract. This paper describes the thematic maps obtained by automatic classification of satellite images for the counties of Alegrete, Uruguaiana, Quaraí and Barra do Quaraí, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. The tool used for the classification was the software Spring, and the images were from Landsat-5 and Cbers-2. It is shown that the estimated areas for rice and soybean crops matched official data. Also, with a temporal analysis, it was possible to identify changes in the soil usage, detecting areas with a high potential for degradation.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, classification, sensoriamento remoto, processamento de imagens, classificação.

1. Introdução

Segundo Ribeiro, (2005), as técnicas de sensoriamento remoto vem sendo muito utilizadas obtenção de informações sobre cobertura vegetal e uso do solo num pequeno intervalo de tempo. Este meio de informação obtido do espaço é um dos mais efetivos e econômicos que existem, e de rápido processamento. O monitoramento do uso do solo é necessário devido às alterações que as atividades humanas provocam no meio ambiente, com práticas de ocupação inadequadas.

O monitoramento e mapeamento do uso do solo são importantes para que se possa analisar a ocupação do solo no decorrer dos anos e a conseqüente identificação de possíveis impactos ambientais. Do ponto de vista agrícola, a análise temporal serve para mostrar o crescimento da área plantada de determinadas culturas em detrimento de outras, a inserção de novas culturas e a identificação de áreas degradadas pelo manejo não sustentável do solo.

Neste trabalho, foi realizada a classificação (mapeamento do uso do solo) dos municípios de Alegrete, Uruguaiana, Quaraí e Barra do Quaraí, localizados na região Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, nos anos de 2000 e 2005. Através das imagens do satélite Landsat 5 e Cbers foi possível identificar a principal ocupação do solo dos municípios, sendo que as classes encontradas foram lavoura de soja, lavoura de arroz, mata ciliar, áreas de arenização, campos e água. Além disso, foi realizada uma análise temporal no município de Alegrete para monitorar a ocupação do solo entre os anos de 2000 e 2005 baseada na comparação pixel a pixel de imagens temáticas classificadas. O mapeamento dos corpos d'água também permite uma análise do crescimento no número de barragens utilizadas na irrigação das lavouras.

2. Metodologia

Para o trabalho utilizou-se imagens do satélite Landsat 5 (anos de 2000 e 2005, cenas 224_80, 224_81, bandas 3, 4 e 5) e Cbers (ano de 2005, cenas 162_133,162_134,163_133,163_134, bandas 2, 3 e 4) dos meses de janeiro e fevereiro. Foi realizada a classificação das imagens com o software Spring, desenvolvido pelo INPE Câmara et. al, (1996), cujos resultados estão mostrados na **figura 1**. O classificador utilizado foi o MAXVER, ou seja, o método estatístico

de Máxima Verossimilhança, sendo este o método de classificação "pixel a pixel" mais comum, pois considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes utilizando parâmetros estatísticos. Com isso, foi possível obter a área que as classes mapeadas ocupam nos municípios.

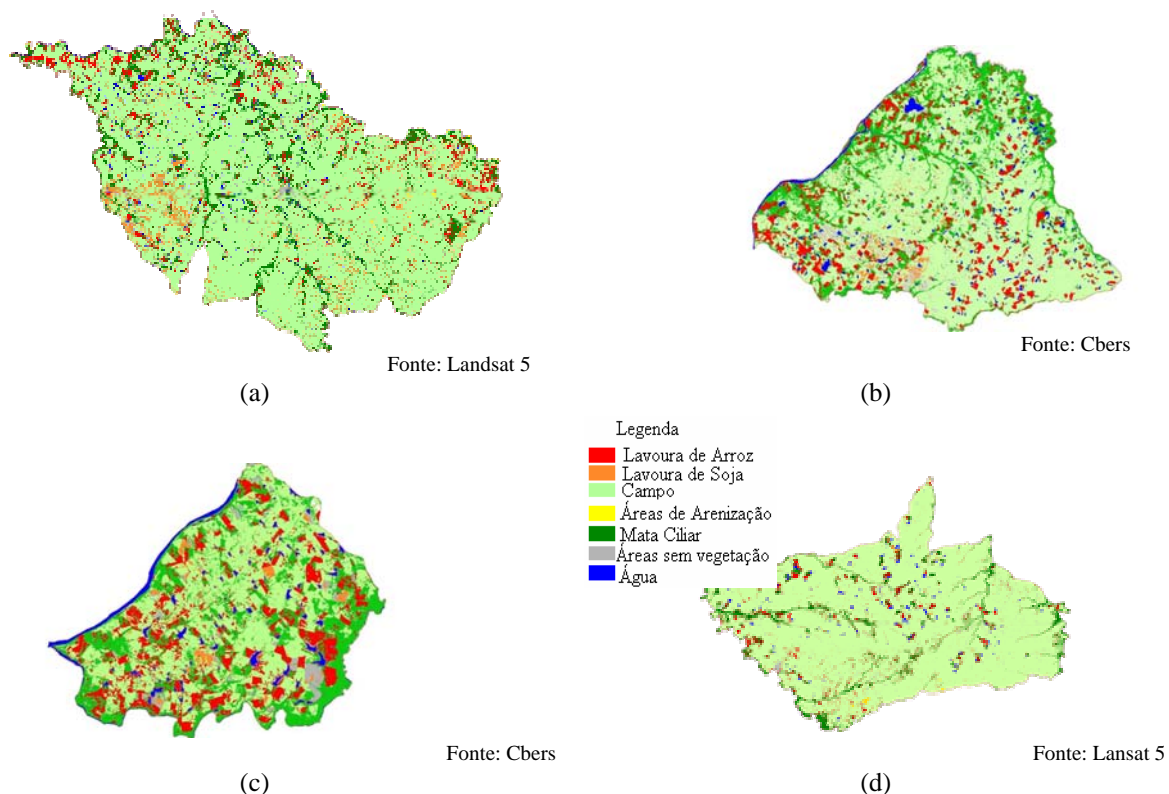


Figura 1. Mapas da classificação do uso do solo. a) Município de Alegrete; b) Município de Uruguaiana; c) Município Barra do Quaraí; d) Município de Quaraí. Obs.: a legenda de classes é a mesma para todos os mapas.

A análise temporal das imagens do município de Alegrete foi obtida utilizando a classificação das imagens e também a linguagem de programação Legal INPE, (2005) baseada numa comparação pixel a pixel. Na linguagem utilizou-se a lógica booleana (verdadeiro ou falso). A operação lógica utilizada foi o E, a qual retorna verdadeiro apenas quando os dois operandos forem verdadeiros, caso contrário retorna falso. O código em linguagem Legal utilizado nesta etapa está mostrado na **figura 2**. Para a análise temporal foram utilizadas apenas as classes de lavoura de arroz e soja, levando em consideração que estas são as culturas de maior expressão nos municípios mapeados. No município de Alegrete também foi analisada a evolução temporal de áreas de arenização, pois existe a preocupação de monitorar o avanço destas áreas e possíveis impactos ambientais maiores que elas venham a sofrer devido ao manejo inadequado do solo.

```

{
Tematico ima2000 ("clas");
Tematico ima2005 ("clas");
Tematico imasaida ("clas");
ima2000 = Recupere (Nome="2000-T");
ima2005 = Recupere (Nome="clas_05");
imasaida = Novo ( Nome= "AnaliseTemporal", ResX=30, ResY=30);
imasaida = ima2000.Class= "lavoura_de_arroz" && ima2005.Class=
="lavoura_de_arroz" ? Classe("arroz_ant_arroz_dep") :
ima2000.Class= "lavoura_de_arroz" && ima2005.Class!="lavoura_de_soja" ?
Classe("arroz_ant_soja_dep") :
ima2000.Class= "lavoura_de_arroz" && ima2005.Class!="lavoura_de_arroz" ?
Classe("arroz_ant_nada_dep") :
ima2000.Class= "lavoura_de_soja" && ima2005.Class= "lavoura_de_soja" ?
Classe("soja_ant_soja_dep") :
ima2000.Class= "lavoura_de_soja" && ima2005.Class= "lavoura_de_arroz" ?
Classe("soja_ant_arroz_dep") :
ima2000.Class= "lavoura_de_soja" && ima2005.Class!="lavoura_de_soja" ?
Classe("soja_ant_nada_dep") :
ima2000.Class!="lavoura_de_arroz" && ima2000.Class!="lavoura_de_soja" &&
ima2005.Class= "lavoura_de_arroz" ? Classe("nada_ant_arroz_dep") :
im-2000.Class!="lavoura_de_arroz" && ima2000.Class!="lavoura_de_soja" &&
ima2005.Class= "lavoura_de_soja" ? Classe("nada_ant_soja_dep") :
}

```

Figura 2. Código em linguagem de programação Legal utilizado para realizar a análise temporal.

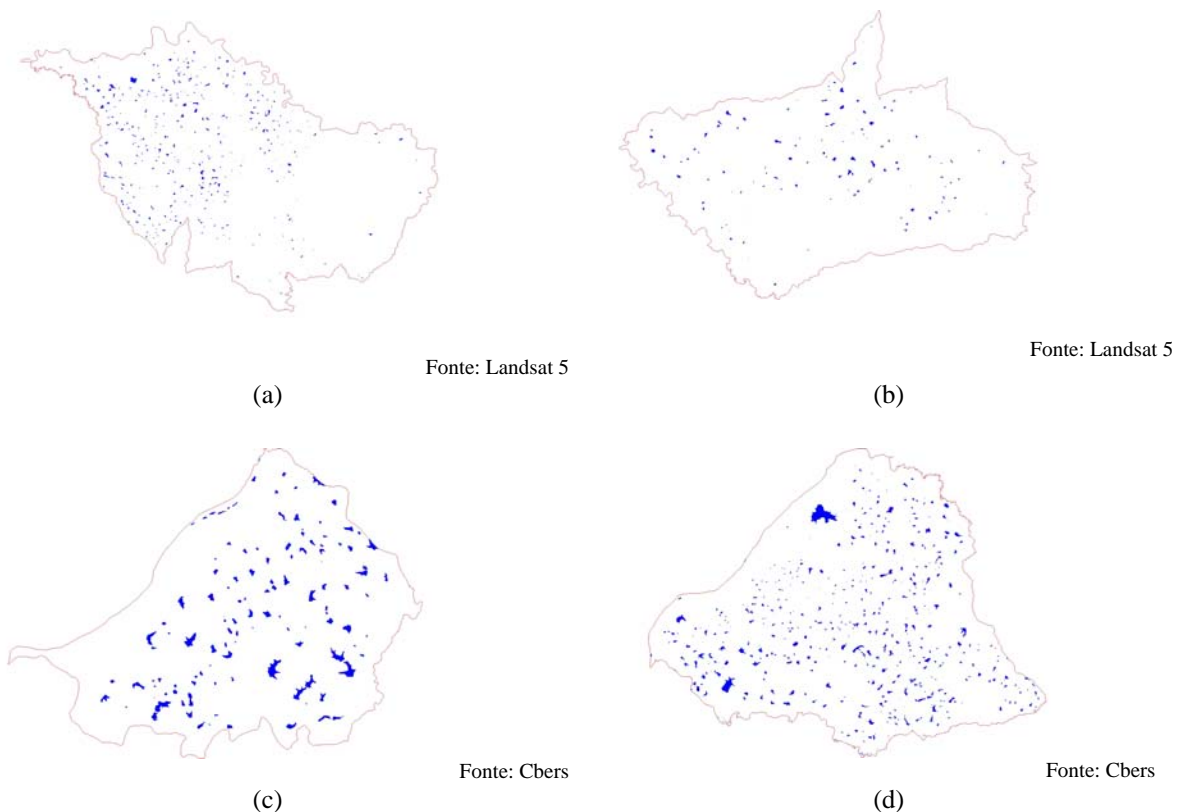


Figura 1. Mapeamento dos corpos d'água. a) Município de Alegrete; b) Município de Uruguaiana; c) Município Barra do Quaraí; d) Município de Quaraí. Obs.: a legenda de classes é a mesma para todos os mapas.

Na operação, as classes escolhidas para a análise foram comparadas duas a duas apenas, ou seja, considerou-se o uso do solo antes (no ano 2000) e o uso do solo depois (no ano de 2005).

Para o mapeamento dos corpos d'água dos municípios analisados, cujos mapas estão na **figura 3**, foi utilizado o código de programação Legal descrito na **figura 4**. Utilizou-se apenas a banda 5, devido à menor reflectância que os corpos d'água apresentam nesta banda. Realizando-se uma leitura do valor dos pixels destes corpos d'água, verificou-se uma reflectância de 0 a 10 para grandes corpos d'água, sendo que para os menores a reflectância apresentou valores de 10, 15 e 17. Uma faixa de 0 a 20 foi utilizada para o fatiamento, sendo esta apropriada também para imagens que apresentam características de reflectâncias diferentes.

```
{
//Classificação de imagem com LEGAL
//Alterar os valores que estao entre <> (excluindo os <>)
//alterar as categorias de entrada e saida
Imagem ima ("IMAGEM_TM_2005");
Tematico imafat ("Tematicas");
Tabela tab (Fatiamento);
// Alterar os nomes dos PIs de entrada e saida
ima = Recupere (Nome = "Banda5");
// aterar nome de PI de saida e resolucao compativel com a img de entrada
imafat = Novo (Nome = "Corpos", ResX=30, ResY=30);
// Alterar os valores de ND desejados
// As classes devem ter sido criadas anteriormente no banco de dados
tab = Novo (CategoriaFim = "Tematicas",
            [20.0, 255.0] : "resto",
            [0.0, 20.0] : "corpos_agua");

imafat = Fatie (Digital(ima), tab);
}
```

Figura 4. Código em linguagem de programação Legal utilizado para mapear os corpos d'água.

Para garantir um mapeamento eficiente foram eliminados os polígonos menores que 1,44 ha de área superficial. Através da sobreposição dos layers dos corpos d'água a uma imagem de satélite pode-se corrigir ainda mais a faixa de fatiamento.

3. Resultados

Primeiramente, obtiveram-se imagens classificadas dos municípios de Alegrete, Uruguaiana, Quaraí e Barra do Quaraí, através das quais foi possível comparar a área de cada classe mapeada com dados oficiais dos municípios de acordo com órgãos como IBGE e EMATER. Com isto, pode-se comprovar que com imagens de satélite com resolução de 30 e 20 m (como as do Landsat 5 e do Cbers-2) é possível quantificar a área (em ha) ocupada por determinada classe de cobertura vegetal, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1. Comparação entre dados de área obtidos na classificação de imagens de satélite e dados oficiais no município de Alegrete.

Município de Alegrete /área (ha) / ano 2005		
Uso do solo	Dados Oficiais	Dados obtidos pela classificação
Lavoura de arroz	45.000	45.064,5
Lavoura de soja	32.000	33.486,9
Áreas de arenização	-	1.544,7
Água	-	10.683,9
Mata ciliar	-	73.035,0
Área sem vegetação	-	800.111,9

Tabela 2. Comparação entre dados de área obtidos na classificação de imagens de satélite e dados oficiais no município de Uruguaiana.

Município de Uruguaiana /área (ha) / ano 2005		
Uso do solo	Dados Oficiais	Dados obtidos pela classificação
Lavoura de arroz	65.000	56.553
Lavoura de soja	1.000	8.872,5
Água	-	4.115,5
Mata ciliar	-	111.704,7
Área sem vegetação	-	27.162,1

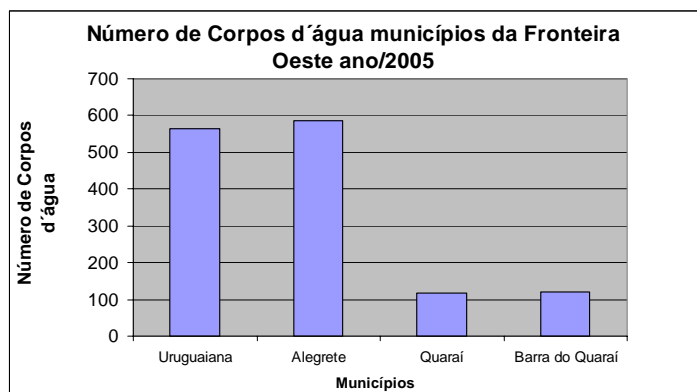
Tabela 3. Comparação entre dados de área obtidos na classificação de imagens de satélite e dados oficiais no município de Quaraí.

Município de Quaraí /área (ha) / ano 2005		
Uso do solo	Dados Oficiais	Dados obtidos pela classificação
Lavoura de arroz	11.180	10.944,0
Lavoura de soja	-	767,7
Áreas de arenização	-	362,8
Água	-	2.491,8
Mata ciliar	-	21.344,8
Área sem vegetação	-	5.677,0

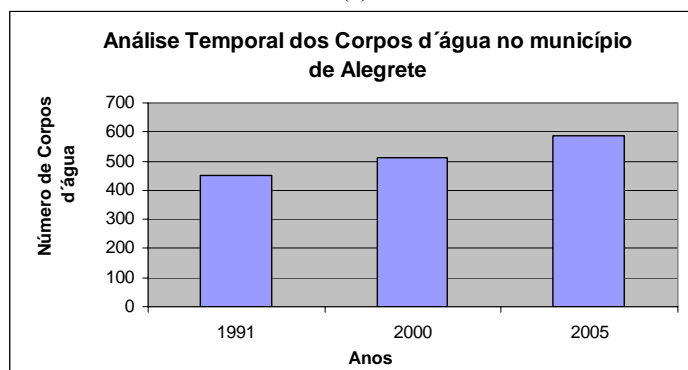
Tabela 4. Comparação entre dados de área obtidos na classificação de imagens de satélite e dados oficiais no município de Barra do Quaraí.

Uso do solo	Município de Barra do Quaraí /área (ha) / ano 2005	
	Dados Oficiais	Dados obtidos pela classificação
Lavoura de arroz	11.180	18.243,4
Lavoura de soja	50	2.181,8
Água	-	5.034,3
Mata ciliar	-	28.276,9
Área sem vegetação	-	3.677,9

Com o mapeamento dos corpos d'água do município de Alegrete com imagens de diferentes anos pode-se observar a evolução destes corpos d'água, e os aspectos de localização e tamanho, como mostra a **figura 5**.



(a)



(b)

Figura 5. Mapeamento dos corpos d'água. a) Municípios de Alegrete, Uruguaiana, Barra do Quaraí e Quaraí; b) Análise temporal em diferentes anos dos corpos d'água no município de Alegrete.

4. Discussão

Pode-se afirmar que, com a utilização da metodologia de classificação de imagens, é possível comparar o uso do solo de uma mesma região em diferentes épocas. Com a análise, percebe-se que, no município de Alegrete, a cultura da soja obteve um aumento exponencial em área cultivada desde o ano 2000, e que seu cultivo concentra-se em determinadas regiões do município caracterizadas pelo tipo de solo arenoso. Isto pode ocasionar uma maior propensão à arenização destas áreas, devido ao manejo incorreto do solo.

Em outras áreas de solo diferenciado a cultura do arroz predomina. No entanto, a cultura apresentou mudança de local e foi diversificada, dando lugar a culturas de verão diferentes de arroz e soja. Outra alternativa é que essas áreas podem ter permanecido em pousio. A análise da localização das lavouras de soja mostra que, após seu cultivo, as áreas ocupadas apresentam propensão a arenização, como mostra a **tabela 5**.

Tabela 5. Análise temporal do uso do solo no município de Alegrete, considerando as classes de lavoura de arroz e soja.

2000	2005	Área em (ha.)
Arroz	Arroz	9.691,20
Arroz	Soja	1.501,38
Arroz	Nenhuma lavoura	42.612,30
Soja	Soja	1.087,65
Soja	Arroz	326,97
Soja	Nenhuma lavoura	4.373,82
-	Arroz	35.046,36
-	Soja	30.897,90

Tabela 6. Análise temporal do uso do solo no município de Alegrete, considerando a classe de áreas de arenização.

2000	2005	Área (ha.)
Arenização	Arenização	305,91
Arenização	Arroz	4,05
Arenização	Soja	262,44
Arroz	Arenização	1,98
Soja	Arenização	172,53
Não era arenizado	Arenizado	157,23
Não arenizado/soja/arroz	Arenizado	-
Arenização	Não arenizado	57,60

As áreas de arenização do município de Alegrete se mantiveram estáveis e parte delas (áreas pequenas) também passaram a ser cultivadas em 2005 com culturas de verão diferentes de arroz e soja, ou possuem outro tipo de cobertura (**tabela 6**).

5. Conclusão

Com este trabalho, foi possível determinar a cobertura vegetal dos municípios de Alegrete, Quaraí, Barra do Quaraí e Uruguaiana. As áreas totais obtidas pela classificação supervisionada para as lavouras de arroz e soja, mais comuns na região, mostraram-se bastante semelhantes às divulgadas por órgãos oficiais do governo como EMATER ou IBGE.

Para análise do temporal do uso do solo, foi utilizada uma metodologia de comparação pixel a pixel de imagens temáticas classificadas de diferentes épocas. Verificou-se, na comparação dos anos 2000 e 2005, que houve uma mudança grande na localização das áreas de lavouras de arroz, além de um aumento significativo na área plantada de soja. Esta análise, porém, precisa ser mais detalhada com informações a respeito dos outros anos, como 2001, 2002, 2003 e 2004. Já as áreas de arenização mantiveram-se estáveis neste período.

Outro fato relevante foi o aumento no número de corpos d'água entre 1991 e 2005, demonstrando que o aumento da área cultivada também incentivou a construção de novas barragens na região.

Referências

- Moreira, M.A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 307 p.
- Duarte, A.P. **Fundamentos de Cartografia**. Santa Catarina: Universidade de Santa Catarina, 2002. 205 p.
- Câmara, G. et al. **Introdução à Ciência da Geoinformação** Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/>> Acesso em: 15 maio 2005.
- Ribeiro, R.M.P; Soares V.P; Vieira, C.A.O Avaliação de métodos de classificação de imagens IKONOS para o mapeamento da cobertura terrestre. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE 2005. Artigos, p. 4277- 4283.