

## **Análise multitemporal do uso e cobertura da terra no distrito de Criúva, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul**

Cassiano Alves Marchett  
Luciana Scur  
Siclério Ahlert

Universidade de Caxias do Sul – UCS  
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – CEP 95070-560 Caxias do Sul – RS – Brasil  
cassianomarchett@gmail.com; lscur@ucs.br; siclerio@yahoo.com.br

**Abstract.** The “Campos de Cima da Serra” grasslands present a rare situation in the world in terms of association of Araucaria forest and natural grasslands. Spatial and temporal distribution of the lands are important factors that contribute to understanding the existence of current grasslands in southern Brazil. In spite the enormous associated biodiversity, the protection of the grasslands has been neglected. This study has the aim to examine the land use and the changes between the years 1986 and 2009, with emphasis on the distribution of grassland and their spatial dynamics in the district of Criúva, Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brazil, using remote sensing techniques. Landsat TM5 images from 1986 and 2009 were used and processed in ENVI® 4.6.1. Visits to the study area were done to define the land use types and photo documentation. The knowledge of the area, the satellite images and the NDVI were used for the samples selection for the supervised classification with Maximum Likelihood algorithm. The current work separated two grassland types, forests, shrubs and other uses. Thematic maps were done and the land use classes were identified by the dates 1986 and 2009, respectively: native grassland (29-27%), shrubs (34-30%), forest (28-30%), grazing (3-5%), crops (2-3%), silviculture (0.2-2%) and water (0.7-1%). It found a reduction in natural grasslands and shrubs classes, highlighting the threat to these ecosystems. In the analysis of the spatial distribution, no substantial change was observed between the two dates.

**Palavras-chave:** land use, natural grassland, remote sensing, southern Brazil.

### **1. Introdução**

As formações campestres encontradas nos estados do Paraná, Santa Catarina e porção nordeste do Rio Grande do Sul estão inseridas no domínio do Bioma Mata Atlântica e são chamados de campos de altitude.

Historicamente, os campos distribuídos no Planalto das Araucárias são denominados de Campos de Cima da Serra. O paralelismo desta formação campestre com o Pampa é principalmente fisionômico, uma vez que no Planalto o regime pluvial é mais intenso e uniforme, com temperaturas mais baixas e com alta frequência de geadas (Leite, 1990).

A vegetação é constituída por grandes extensões de formações campestres caracterizadas pela presença do capim-caninha (*Andropogon lateralis*), espécie dominante que confere o aspecto amarelado desta formação no período de inverno. Os campos são interrompidos por capões e matas ripárias e constituem uma situação rara, no mundo, em termos de associação de mata de araucária e campo natural (Boldrini, 2009). De acordo com o mapa das unidades de vegetação do Rio Grande do Sul (IBGE, 2004), são reconhecidas duas formações campestres para a região nordeste do Estado: estepe gramíneo-lenhosa e estepe parque.

Os campos do Rio Grande do Sul destacam-se quanto ao seu uso econômico. Apresentam alta diversidade de espécies vegetais e constituem as bases da pecuária praticada em pequenas e médias propriedades. A pecuária extensiva utilizou, por muitos anos, o manejo por queimadas no final de cada inverno ou a cada dois anos, com o intuito de propiciar o rebrote da pastagem. Atualmente, a atividade da pecuária vem sendo substituída pela agricultura e a silvicultura, porém, permanece como uma das principais atividades na economia do Estado.

Estudos conduzidos pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2000) revelam um mapa de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos

Sulinos no Brasil. A quase totalidade dos campos de altitude do sul do Brasil é classificada como de alta, muito alta ou extrema importância biológica.

Variações espaciais e temporais da distribuição campestre são fatores importantes que contribuem para o entendimento dos atuais campos do sul do Brasil. Neste contexto, a utilização de imagens de sensoriamento remoto em conjunto com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) pode auxiliar na obtenção de informações regionais de forma rápida, precisa e com menor custo, quando comparadas às geradas pelas técnicas tradicionalmente utilizadas.

Apesar da enorme biodiversidade associada aos campos e de serem uma formação vegetal importante, tanto do ponto de vista biológico quanto cultural e econômico, sua proteção tem sido negligenciada. O ritmo acelerado com que os campos estão sendo convertidos em lavouras ou florestas plantadas, ou ainda, sendo transformados em campos arbustivos e capoeiras, pelo abandono da atividade pastoril, motivou este estudo.

O objetivo do presente trabalho foi analisar o uso e cobertura da terra e as mudanças ocorridas entre os anos de 1986 e 2009, com ênfase na distribuição das formações campestres e sua dinâmica espacial no distrito de Criúva – Caxias do Sul – Rio Grande do Sul, através de técnicas de sensoriamento remoto.

## 2. Metodologia de trabalho

### 2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no distrito de Criúva, situado no Planalto Sul-Brasileiro e pertencente ao Município de Caxias do Sul, Rio Grande do Sul (figura 1). Os 457 km<sup>2</sup> do distrito de Criúva perfazem 28% dos 1588 km<sup>2</sup> do município de Caxias do Sul. A área de estudo está limitada pelas latitudes 28°47'S a 29°3'S e longitudes 50°46'W a 51°7'W.

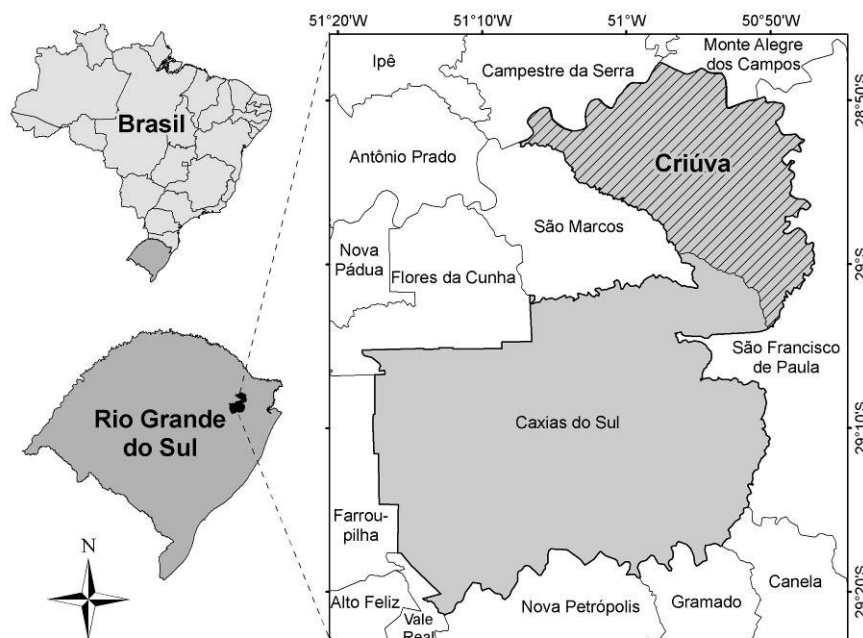


Figura 1: Localização do município de Caxias do Sul com o distrito de Criúva em destaque. Fonte: adaptado de Hasenack & Weber, 2007.

### 2.2 Materiais

Foram utilizadas imagens Landsat TM 5, órbita-ponto 221/80 de 11/06/1986 e 13/04/2009. Para a escolha das datas das imagens considerou-se a época de menor cobertura de nuvens e a senescência da vegetação. Não foram utilizadas imagens do período pós-

inverno a fim de evitar a interferência de queimadas, eventualmente ocorrentes na área de estudo, assim como do intenso brotamento da primavera.

Foram utilizadas cartas topográficas do Exército (Brasil, 1979), em escala 1: 50.000, referentes às folhas SH.22VD-III-2 Caxias do Sul, SH.V-B-VI-4 São Marcos, SH.22-X-C-I-1 Oliva, SH.22-X-A-IV-3 Criúva. Estas cartas também se encontram na Base Cartográfica digital da região da Serra Gaúcha, disponível em trabalho coordenado por Hasenack & Weber (2007). Também foram consultados os mapas disponibilizados em meio digital pela Prefeitura Municipal de Caxias do Sul.

### 2.3 Procedimentos metodológicos

As imagens foram processadas no programa computacional ENVI® versão 4.6.1. O georreferenciamento foi realizado de imagem a imagem. Foram tomados como base geográfica para o georreferenciamento os dados digitais das cartas topográficas do exército digitalizados pelo Centro de Ecologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Hasenack & Weber, 2007). Foram coletados 50 pontos de controle, apresentando erro médio quadrático menor que 1 pixel pela transformação polinomial de primeiro grau. A projeção adotada foi a UTM, fuso 22 sul e *datum* horizontal SAD-69.

Foram utilizadas imagens Landsat TM 5 em todas as suas bandas espectrais, permitindo composições coloridas para as análises visuais. As composições mais relevantes foram: RGB 321/543/432.

O NDVI possibilitou uma análise aprofundada da vegetação, pois este índice evidencia as diferenças no que se refere à absorção da radiação eletromagnética. Esta foi uma ferramenta importante na tomada de decisões do trabalho, determinando a seleção da assinatura espectral (coleta de amostras).

Os limites do distrito foram construídos sob a forma de vetor, a partir dos limites municipais disponibilizados pelo IBGE, adaptados às imagens de satélite georreferenciadas e aos mapas disponíveis na página eletrônica da prefeitura de Caxias do Sul.

Foi realizada uma classificação não-supervisionada do tipo Isodata para a definição dos alvos a serem verificados a campo. Foram efetuadas duas visitas para reconhecimento de área, coleta de amostras para a assinatura espectral e fotodocumentação das classes de uso e cobertura da terra.

A partir das observações a campo foram estabelecidas as classes mais representativas. As verdades de campo, associadas às composições coloridas e ao NDVI foram usadas para a seleção das amostras de treinamento (assinatura espectral).

Com a assinatura espectral foram realizadas classificações supervisionadas preliminares pelos seguintes métodos: Mapeador de Ângulo Espectral (SAM), Método do Paralelepípedo e Método da Máxima Verossimilhança (MaxVer). O algoritmo da Máxima Verossimilhança apresentou o menor número de pixels não classificados e melhor correspondência com a realidade do local, sendo este classificador empregado em todas as classificações subsequentes.

Após a conclusão da classificação supervisionada, foi realizada a reambulação a campo, em maio de 2010, a fim de verificar a acurácia da classificação computacional. Para a correção de eventuais erros foi utilizado o aplicativo *ClassEdit* do programa computacional ENVI®.

Com os resultados das classificações foram feitos mapas temáticos do uso e cobertura da terra em escala 1:100.000. Os mapas foram construídos no programa computacional ArcGIS®, sobre a base cartográfica digital da região da Serra Gaúcha.

### 3. Resultados e discussão

#### 3.1 Classes de Uso e Cobertura da Terra

Para o distrito de Criúva, a análise da imagem Landsat 5 TM a partir de padrões de interpretação (cor, tonalidade, textura e forma), aliado às observações realizadas a campo, permitiu identificar e agrupar as seguintes classes de uso e cobertura da terra:

**Campo nativo:** foram incluídas as formações campestres consideradas climácicas para a área de estudo. O capim-caninha (*Andropogon lateralis*) é a espécie dominante, sendo este um fator determinante para a classificação florística desta formação. O capim-caninha possui estrutura cespitosa e apresenta senescência da parte aérea no outono-inverno, o que confere a esta gramínea a coloração amarelo-avermelhada e aspecto paleáceo, e permite a sua identificação a partir das imagens de satélite e através do NDVI. Este tipo de formação é classificado pelo projeto RadamBrasil como estepe-parque (IBGE, 2004). Corresponde aos campos paleáceos de Lindman (1906). Para Scur (2005), a frequência e o alto índice de cobertura das espécies *Andropogon lateralis* e *Trichocline catharinensis* é considerado um aspecto importante desta associação, o que permite destacá-lo quando comparada com outras formações campestres.

**Capoeira:** consideram-se dentro desta classe as formações de capoeira típicas, definidas como estágio inicial de regeneração pela Resolução CONAMA nº 33 de 1994. Também foram incluídos, nesta classe, os campos sujos ou subarbustivos.

**Mata:** consistiu nas formações florestais em diferentes estágios de sucessão, que formam, majoritariamente, a Floresta Ombrófila Mista, e em menor escala, a Floresta Estacional Decidual. Pela resolução CONAMA nº 33 de 1994, corresponde às matas primárias e às matas secundárias em estágios médio e avançado de regeneração, que possuem entre outras características, porte arbustivo-arbóreo com mais de oito metros de altura.

**Campo antrópico:** foram incluídas áreas de vegetação campestre, nativa ou não, que se configurem como resultado da ação humana. Estes campos são comumente encontrados na região associados às manchas de vegetação arbórea, o que confere uma situação protegida e adubação natural pelo gado e pelas folhas caídas das árvores próximas, contribuindo para a formação de um campo macio e com aspecto de “gramado”. Estas pastagens não são consideradas formações climácicas e foram denominadas por Lindman (1906) de gramados ou poteiros. Segundo Porto (2002), o nome gramado parece se originar do fato de que algumas espécies de *Paspalum* serem vulgarmente chamadas de “grama”. Nesta classe predominam espécies de gramíneas do gênero *Paspalum* e, para Scur (2005), a ausência das espécies *Andropogon lateralis* e *Trichocline catharinensis* distingue este tipo de campo da classe Campos Nativos. As espécies ocorrentes na classe Campo Antrópico não apresentam a rigidez de outros tipos de campos, pois são verdes e com densa biomassa o ano todo, raramente apresentando senescência de sua formação.

**Cultivos Agrícolas:** esta classe agregou culturas permanentes (frutíferas em geral) ou temporárias (lavouras). Também foram incluídos solos preparados para o plantio. Não foram incluídas nesta categoria monoculturas de espécies florestais exóticas, as quais foram incluídas na classe silvicultura, nem as pastagens cultivadas, que foram incluídas na classe campo antrópico.

**Silvicultura:** compreendeu as atividades relacionadas às monoculturas de espécies florestais; nesta classe predominaram os plantios de *Pinus* sp.

**Água:** esta classe foi representada pelos cursos de água de maior volume e por pequenos barramentos dispersos por toda a área de estudo.

Durante a classificação supervisionada foram constatados pequenos banhados na área de estudo, não sendo possível diferenciar estes ecossistemas pela metodologia utilizada, devido à resolução espacial de 30 metros das imagens Landsat TM 5.

### 3.2 Uso e cobertura da terra no ano de 1986

A figura 2 apresenta o mapa de uso e cobertura da terra do distrito de Criúva no ano de 1986. Os campos nativos estão distribuídos por toda a área e predominam na porção sul do distrito. As maiores extensões de mata estão situadas nas porções norte e noroeste do município, e de maneira descontínua no extremo leste, relacionadas às calhas do Rio das Antas, Rio Lajeado Grande, Arroio da Mulada, Arroio Ranchinho e seus tributários, coincidindo com as áreas de maior declividade e menores cotas de altitude, ou distribuídas de forma aleatória por todo o distrito, sob a forma de capões. As maiores extensões de capoeiras são encontradas na porção central do distrito, associadas aos capões de mata e aos campos, ou então, na porção norte entremeando as matas mais contínuas. A distribuição dos campos antrópicos está espacialmente relacionada às formações de mata das porções norte e noroeste. As classes cultivos agrícolas e silvicultura encontram-se de forma independente na área de estudo. A classe água coincide com os cursos de água de maior volume.

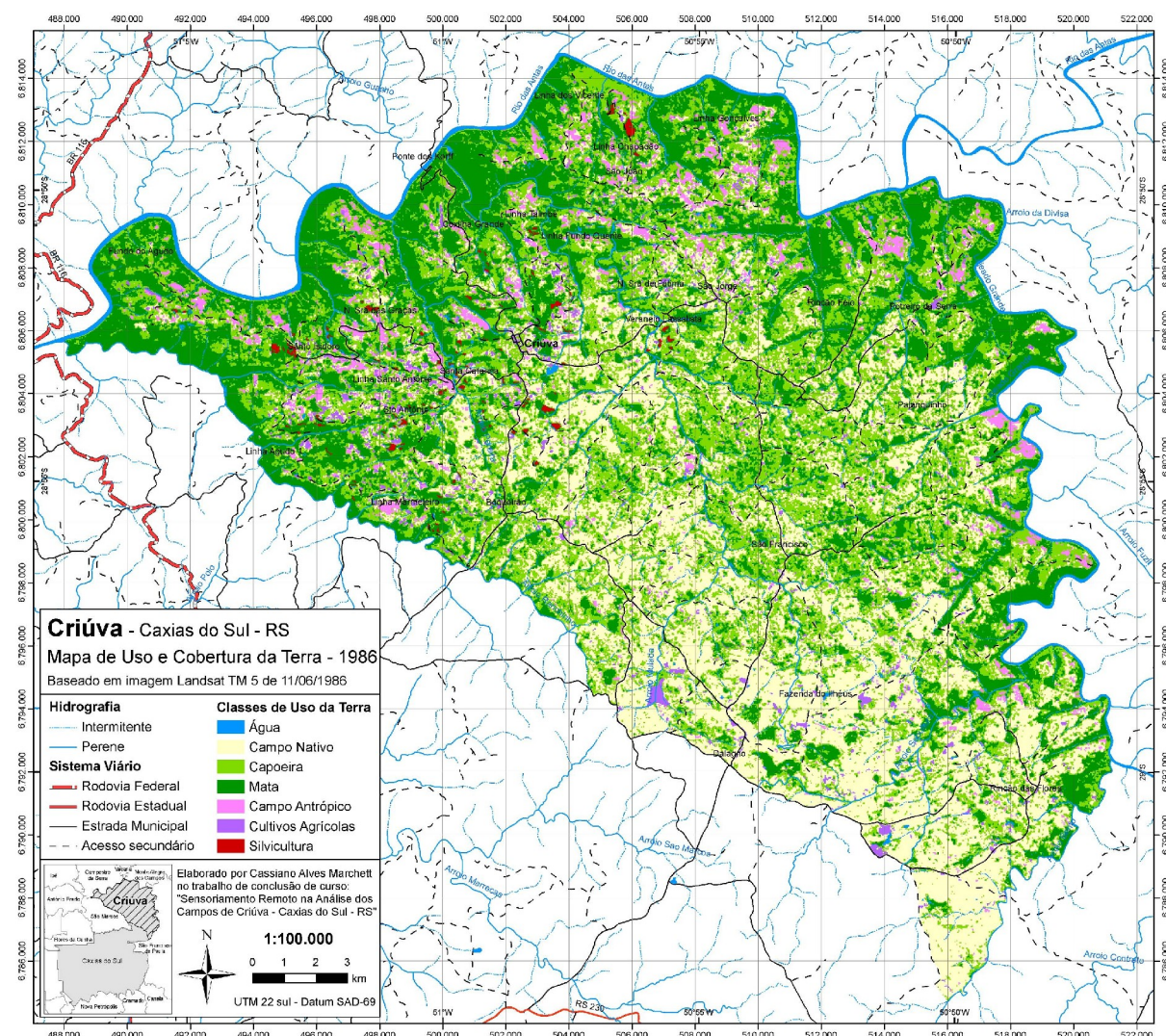


Figura 2: Mapa do uso e cobertura da terra no ano de 1986 do distrito de Criúva, Caxias do Sul, RS.



### 3.3 Uso e cobertura da terra no ano de 2009

A figura 3 apresenta o mapa de uso e cobertura da terra do distrito de Criúva no ano de 2009. De um modo geral, a distribuição espacial das classes manteve-se semelhante à visualizada no mapa de 1986. Os campos permanecem distribuídos por todo o distrito. As matas substituíram muitas áreas de capoeira, em especial junto às calhas dos rios, e avançando para maiores altitudes. A classe capoeira, que estava concentrada na porção central do distrito, encontra-se agora distribuída de forma mais homogênea, observando-se também um avanço para o sul e uma diminuição na porção norte, onde foram substituídas pela mata. Os campos antrópicos mantêm sua distribuição espacial relacionada às formações de mata das porções norte e noroeste e aparecem também, em 2009, nas porções centro-sul da área de estudo. As classes cultivos agrícolas permanecem distribuídas aleatoriamente na área de estudo. A silvicultura aumentou sua distribuição espacial na área de estudo, sendo seus plantios encontrados, em maior parte, nas porções norte e noroeste, com exceção de um talhão de maior porte ao leste e outros menores na porção central. A classe água continua coincidente aos cursos de água de maior volume, sendo encontrada, também, sob a forma de açudes, por toda área de estudo.

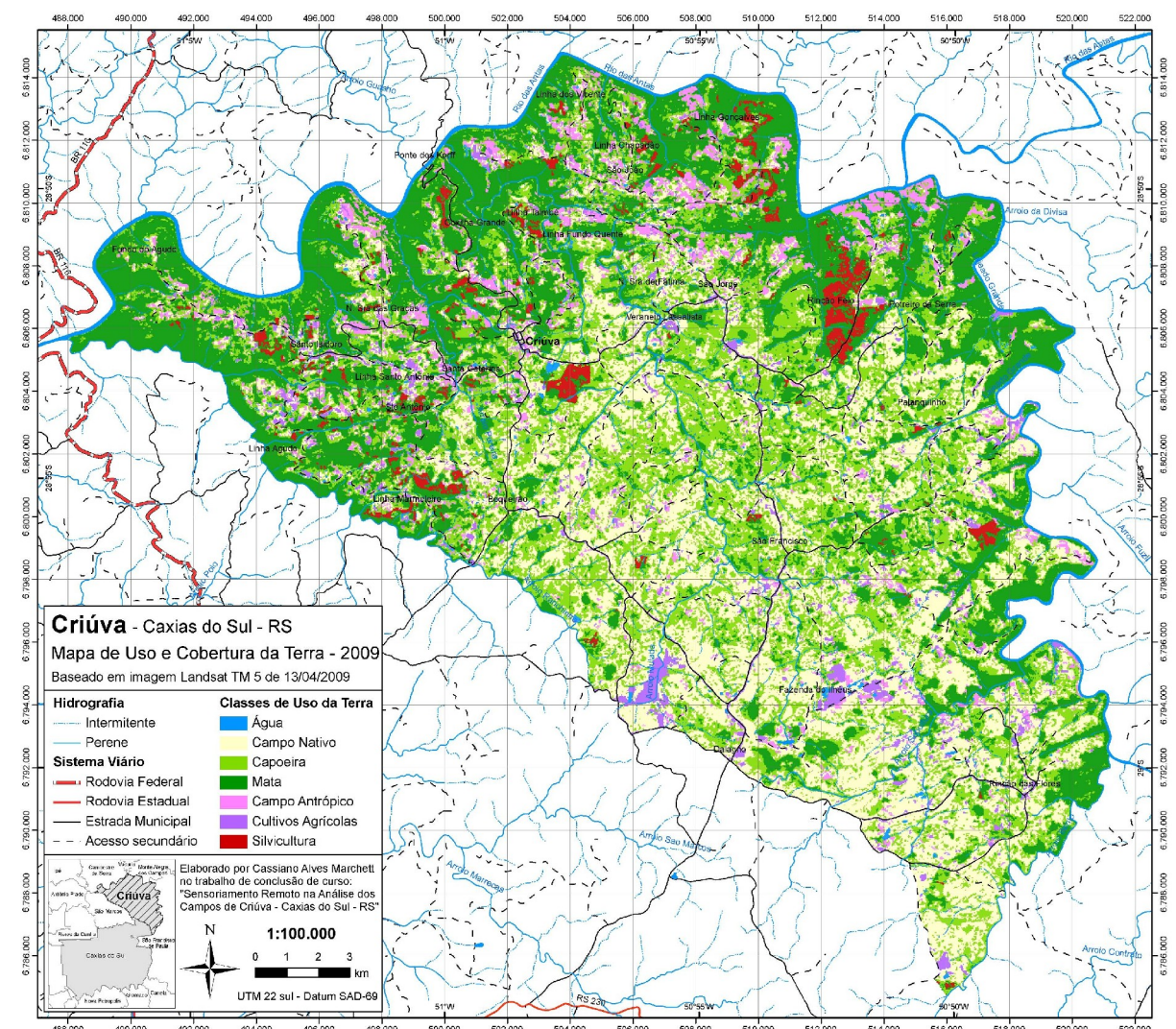


Figura 3: Mapa do uso e cobertura da terra no ano de 2009 do distrito de Criúva, Caxias do Sul, RS.

### 3.4 Análise das Mudanças

O gráfico da figura 4 permite comparar, percentualmente, a variação das classes de uso e cobertura da terra entre os anos de 1986 e 2009.

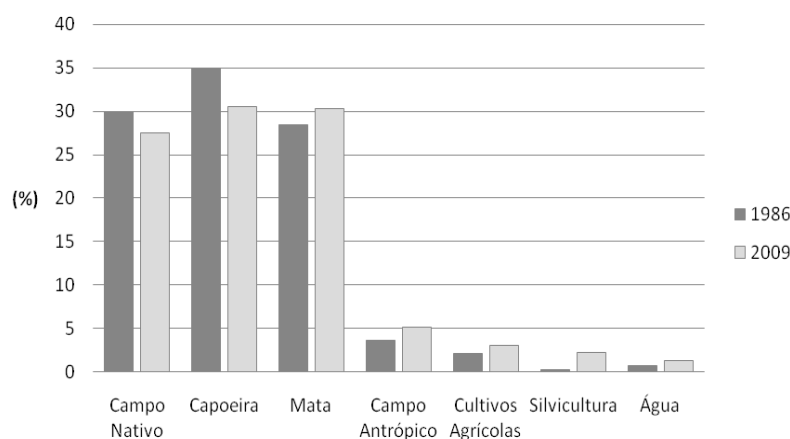


Figura 4: Comparação da extensão das classes de uso e cobertura da terra.

Os dados são apresentados também na tabela 1, acompanhados pela variação em quilômetros quadrados e pela variação relativa à área total, em porcentagem.

Tabela 1: Variação relativa das classes de uso e cobertura da terra entre os anos de 1986 e 2009.

Classe de Uso da Terra	1986		2009		Variação	
	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%	km <sup>2</sup>	%
Campo Nativo	136,99	29,93	126,10	27,55	-10,90	-2,38
Capoeira	160,07	34,97	140,00	30,59	-20,07	-4,38
Mata	130,04	28,41	138,71	30,31	8,68	1,90
Campo Antrópico	16,46	3,60	23,22	5,07	6,76	1,48
Cultivos Agrícolas	9,52	2,08	13,78	3,01	4,26	0,93
Silvicultura	1,27	0,28	10,00	2,19	8,73	1,91
Água	3,35	0,73	5,85	1,28	2,50	0,55
Total	457,68	100	457,68	100	0	0

Em 1986, a maior parte da área era ocupada pelas classes campos nativos, capoeira e mata perfazendo juntas 93,3 % da área de estudo. Pode-se observar que apenas 2,36% da área era ocupada pela agricultura e silvicultura, o que reforça a vocação predominantemente pastoril de Criúva. A variação relativa pode também ser visualizada no gráfico da figura 4.

A partir dos resultados obtidos na classificação de 2009 verifica-se um aumento considerável na representatividade das classes de cultivos agrícolas e silvicultura. As classes campo nativo, capoeira e mata continuaram ocupando a maior parte do distrito.

Foi calculado também o incremento e a redução das classes na figura 5. Destaca-se o aumento de 690% da classe Silvicultura, seguido de 75% para Água, 45% para Cultivos Agrícolas, 41% para Campo Antrópico e 7% para Mata. Já as classes Capoeira e Campo Nativo reduziram, respectivamente, 13% e 8% da sua extensão em 1986.

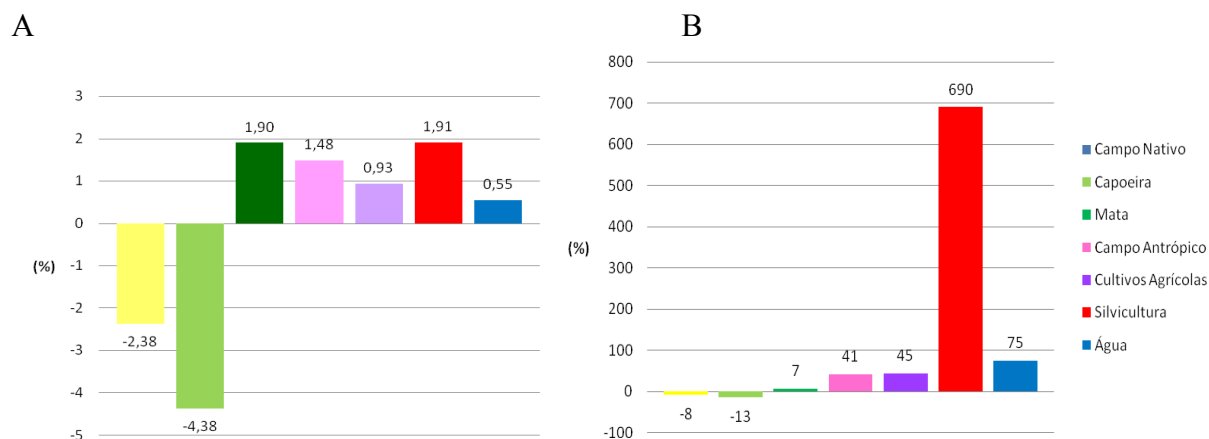


Figura 5: Variação das classes de uso e cobertura da terra relativa à área total (A) e incremento e redução da extensão das classes de uso e cobertura da terra em 2009 em relação à mesma classe em 1986 (B).

#### 4. Conclusões

Através das técnicas de sensoriamento remoto utilizadas foi possível separar, com um classificador digital, as duas formações campestres da área estudada: campo nativo e campo antrópico. Também foi separada da mata o estágio intermediário de sucessão natural, chamado de capoeira neste trabalho.

A distribuição espacial das classes manteve-se semelhante entre as datas de 1986 e 2009, constatando-se, porém, redução das classes campo nativo e capoeira, evidenciando a ameaça para estes ecossistemas. Observou-se aumento das classes de uso antrópico, em especial a silvicultura.

#### Referências bibliográficas

- Boldrini, I. I. (2009). A Flora dos Campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V. P; Müller, S. C.; Castilhos, Z. M. S.; Jacques, A. V. A. (2009) **Campos Sulinos - conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília: MMA. 403p.
- Hasenack, H.; Weber, E. (org.). (2007). **Base cartográfica digital da Serra Gaúcha – escala 1:50.000**. (Série Geoprocessamento, 2). Porto Alegre: UFRGS – Centro de Ecologia. CD-ROM.
- IBGE 2004. Mapa da vegetação do Brasil e Mapa de Biomas do Brasil. **Disponível (online)**: <<http://www.ibge.gov.br>>. (Acessado em 30 de maio de 2010).
- Leite, P. F. (1990) Contribuição ao conhecimento fitoecológico do sul do Brasil. **Ciência e Ambiente**. Vol. 1, n.1. Santa Maria: UFSM.
- Lindman, C. A. M. (1906). **A vegetação no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universal. 356p.
- MMA. (2000). **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**, por: Conservation International do Brasil, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Biodiversitas, Instituto de Pesquisas Ecológicas, Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo e SEMAD/Instituto Estadual de Florestas-MG. Brasília: MMA/ SBF. 40p.
- Porto, M. L. (2002). Os campos sulinos: sustentabilidade e manejo. **Ciência & Ambiente** **24**. pp. 9-138.
- Scur, L. (2005). Flora e vegetação dos campos do Município de Caxias do Sul – RS. Tese de Doutorado em Biologia Ambiental. León (Espanha): Universidad de León.