

Aplicação da segmentação (SPRING) de imagens para avaliação ambiental multitemporal da bacia do Córrego Ceroula – MS, no período 1985 -2007.

Everton Ratier de Quevedo ^{1,2}
Mauricio Stefanos ²
Antonio Conceição Paranhos Filho ¹
Josiane Ratier de Quevedo ¹
Alesandro Copatti ²

¹ Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS/CCET/DHT
Caixa Postal 549 - 79070-900 – Campo Grande - MS, Brasil
{evertonrk, josiratier}@yahoo.com.br; paranhos@nin.ufms.br

² Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul - IMASUL
Rua Des. Leão Neto do Carmo, s/n, Parque dos poderes, Campo Grande - MS
acopatti@hotmail.com; maustefanes@gmail.com

Abstract. One analysis of the changes of land cover over the time may provide subsidies for the study and planning of the use and occupancy of the soil. According Paranhos Filho (2000) the multi-temporal evaluations of a region is a process by which it is possible to assess the variation of certain information in this region over the time. The objective of this work is the application of the technique of segmentation in the Spring 4.3.3 (Câmara et al., 1996), for assessment of multi-temporal vegetative cover of the Basin of the Ceroula, using a methodology for use of satellite images in a GIS - Geographic Information System, in three distinct seasons, 1985, 1997 and 2007. The study showed a marked reduction in the total of natural areas (from 40% to 28% in the region), especially in areas containing Cerrado, and increasing the presence of covers of soil related to human activities, mainly cattle raising. The methodology has been applied successfully by setting up an alternative low-cost and obtaining information in a short space of time.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, hydrographic basin, GIS, sensoriamento remoto, processamento de imagens, bacia hidrográfica, SIG.

1. Introdução

O Cerrado, segundo maior bioma brasileiro, é um dos mais ameaçados do mundo e tem somente 0,85% de sua área em unidades de conservação. A área mais concentrada do Cerrado está distribuída pelo planalto central brasileiro, onde se encontra o Estado de Mato Grosso do Sul. A área de estudo, bacia hidrográfica do Córrego Ceroula, insere-se em região característica do Cerrado.

O Córrego Ceroula foi enquadrado pelo Conselho Estadual de Controle Ambiental - CECA, através da Deliberação nº 003 de 20 de junho de 1997 (Mato Grosso do Sul, 1997), como pertencente a classe especial. Portanto, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (Brasil, 2005), suas águas devem destinar-se à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos.

De acordo com Mato Grosso do Sul (1990) a parte da bacia do Córrego Ceroula existente no Município de Campo Grande enquadra-se como bacia a ser preservada para atender futura demanda do abastecimento público da cidade. Devendo ser proibido o lançamento em suas águas de qualquer espécie de produtos poluentes que possam comprometer a qualidade das mesmas, bem como a instalação de indústrias poluidoras. Igual tratamento deve ser dado a parcela da bacia do Córrego Piraputanga, afluente do Córrego Ceroula, por ser a única fonte alternativa de abastecimento de água do Município de Terenos.

Estudos de caracterização da natureza das bacias hidrográficas são de grande relevância no planejamento do desenvolvimento sustentável regional. O conhecimento da evolução das alterações que esses espaços sofreram, leva a reorientação do seu uso e ocupação, bem como a

adoção de práticas compatíveis com as suas aptidões. No entanto, a realização desses estudos através de levantamentos de campo os tornam dispendiosos e de respostas geralmente tardias (Polizer et al., 2003).

O sensoriamento remoto aparece como uma alternativa de menor custo e de obtenção de informações compatíveis com a velocidade e complexidade dessas alterações. Segundo Paranhos Filho e Lastoria (2004), através dessa ferramenta é possível realizar o monitoramento de fenômenos dinâmicos e de mudanças produzidas no ambiente, exemplo disso é avaliar a qualidade de cobertura vegetal ainda existente em uma determinada região, ou mesmo averiguar o tipo de uso e ocupação dos solos em uma determinada área.

Segundo Oliveira et al. (2003), a técnica da segmentação de imagens é muito eficiente em delimitar com acerto as diferentes regiões de cobertura do solo, possibilitando, por exemplo, a extração dos limites e a quantificação de área plantada por determinada cultura, obtendo através dessa técnica, economia de custo, tempo e recursos humanos.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe a aplicação da técnica da segmentação no SPRING 4.3.3 (Câmara et al., 1996), para avaliação multitemporal da cobertura vegetal da bacia Córrego Ceroula, através de uma metodologia de uso de imagens de satélite em ambiente SIG – Sistema de Informações de Geográficas, em três épocas distintas, 1985, 1997 e 2007.

2. Área de Estudo

A bacia hidrografia do Córrego Ceroula, com uma área de 131.191,76 ha, encontra-se na região norte do Município de Campo Grande – MS, limitando-se ao norte com o Município de Rochedo, ao Oeste com o de Terenos, a Leste com o de Jaraguari e ao Sul com o perímetro urbano de Campo Grande conforme a figura 1.

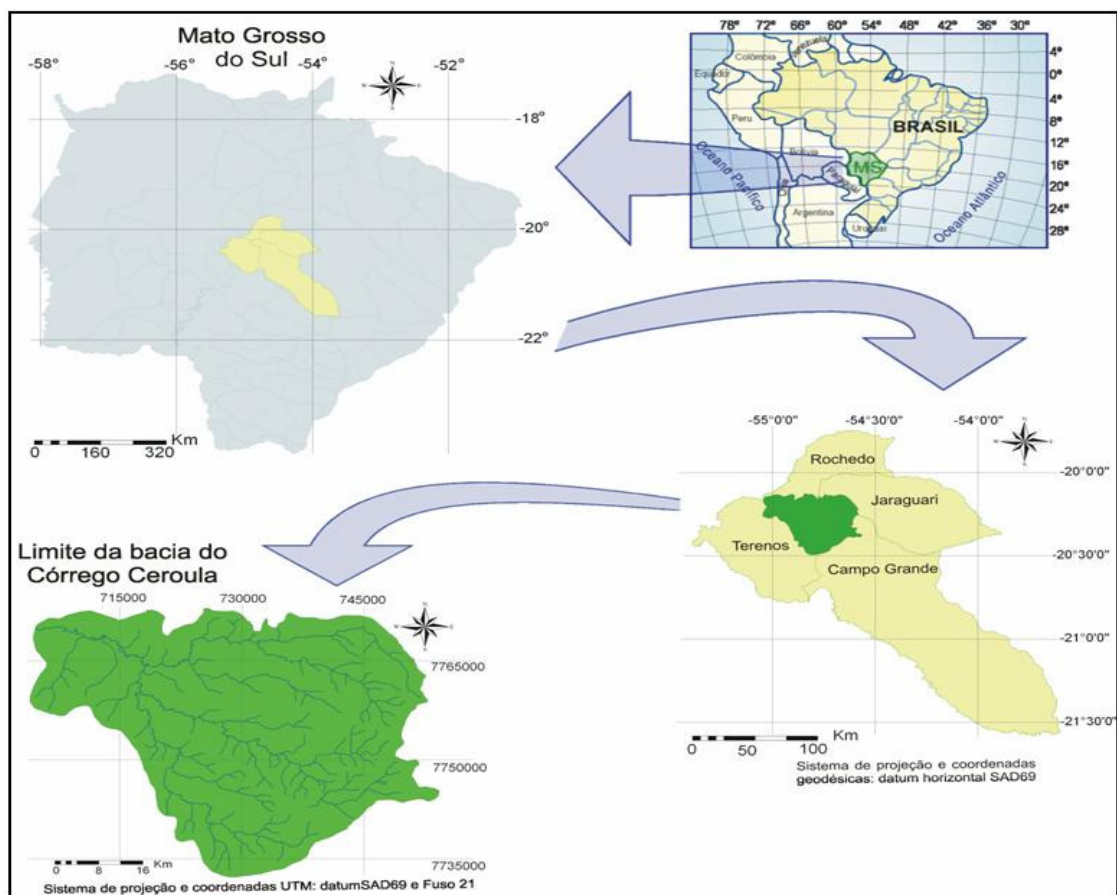


Figura 1 – Bacia do Córrego Ceroula no contexto dos municípios

3. Metodologia

Este estudo foi baseado na aplicação de uma técnica de segmentação para a interpretação das imagens de satélite de épocas distintas, dentro de ambiente SIG, constituindo um banco de dados georreferenciado e multitemporal.

3.1 Demarcação dos divisores de água da bacia

A extração dos limites da bacia foi feita manualmente em ambiente SIG, através das cartas do DSG Palmeira e Campo Grande (escala 1:100.000, IBGE/DSG, 1988 e 1979). Para realização de tal processo, utilizaram-se as curvas de nível e os pontos cotados, traçando-se os limites da bacia sempre na direção perpendicular a uma reta tangente às convexidades das curvas de nível. O traçado desses limites leva em consideração o fato da bacia hidrográfica ser delimitada por um contorno, dentro do qual toda a água precipitada, quando não evaporada, infiltrada e retida, escoava para um determinado ponto, ou seja, seu exutório, sendo aqui determinado no encontro do Córrego Ceroula e Rio Aquidauana.

3.2 Processamento das imagens

As imagens utilizadas nesse trabalho foram adquiridas gratuitamente do acervo de imagens de satélite do DGI/INPE, elas foram disponibilizadas via internet no formato TIF. As três cenas empregadas são do satélite Landsat 5 TM órbita 225 ponto 074 de 10/06/1985, 29/07/1997 e 23/06/2007.

Os procedimentos descritos a seguir foram aplicados às imagens de cada ano analisado.

O software utilizado para o georreferenciamento das imagens foi o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING 4.3.3 (Câmara et al., 1996), também disponibilizado pelo INPE de maneira gratuita. Todas as três imagens foram georreferenciadas com base na imagem do satélite Landsat ETM+ do ano de 2000 (resolução espacial 14,25 metros, bandas 2, 4 e 7), do programa Geocover da NASA.

Posteriormente ao georreferenciamento, as imagens foram submetidas a uma análise comparativa de uma imagem sobre outra, por meio da ferramenta acoplar do aplicativo SPRING. Cada cena foi sobreposta a correspondente Geocover 2000 e às cartas topográficas do DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro) Campo Grande e Palmeira, que compreende os limites da bacia.

3.3 Segmentação

A segmentação é um processo automático que consiste em subdividir numa imagem as regiões homogêneas, considerando algumas de suas características intrínsecas, que melhor representam as feições presentes na cena (Oliveira, 2002). Para aplicação da técnica de segmentação foi utilizado o SPRING versão 4.3.3. O algoritmo de segmentação implementado no sistema SPRING baseia-se no método de crescimento de regiões.

Os parâmetros de entrada do segmentador são o limiar de similaridade e o tamanho mínimo de área. Cada região possui um atributo numérico que a caracteriza. Todo *pixel* vizinho a esta região é um candidato em potencial a pertencer à mesma, desde que a diferença do valor do atributo deste *pixel* e da região seja inferior ao limiar de similaridade estipulado. O atributo área, que é definido em função da escala pretendida (nesse caso 1:100.000), limita o tamanho mínimo, em número de *pixels*, que uma região deve ter na imagem segmentada (Oliveira, 2002).

Neste trabalho, a definição do limiar de similaridade foi alcançada após vários testes entre algumas combinações possíveis no algoritmo. Esses testes prosseguiram até o momento em que o resultado da segmentação foi considerado satisfatório, ou seja, formando polígonos que, dentro do possível, definissem bem o contorno dos talhões agrícolas e da vegetação nativa.

Os valores do limiar de similaridade testados foram 20, 15 e 10, pois Oliveira et al. (2003) concluíram por meio da aplicação do índice IAVAS (Índice de Avaliação da Segmentação) que o limiar 16 deu melhor resultado. Então, neste estudo, buscou-se iniciar os testes com valores em torno do resultado obtido pelo referido autor. Já o valor atribuído para o limiar de área foi 625 *pixels*, equivalente a 25 hectares.

A figura 2 mostra em uma porção da imagem, as segmentações obtidas com a combinação entre cada valor de similaridade e o valor de área escolhido.

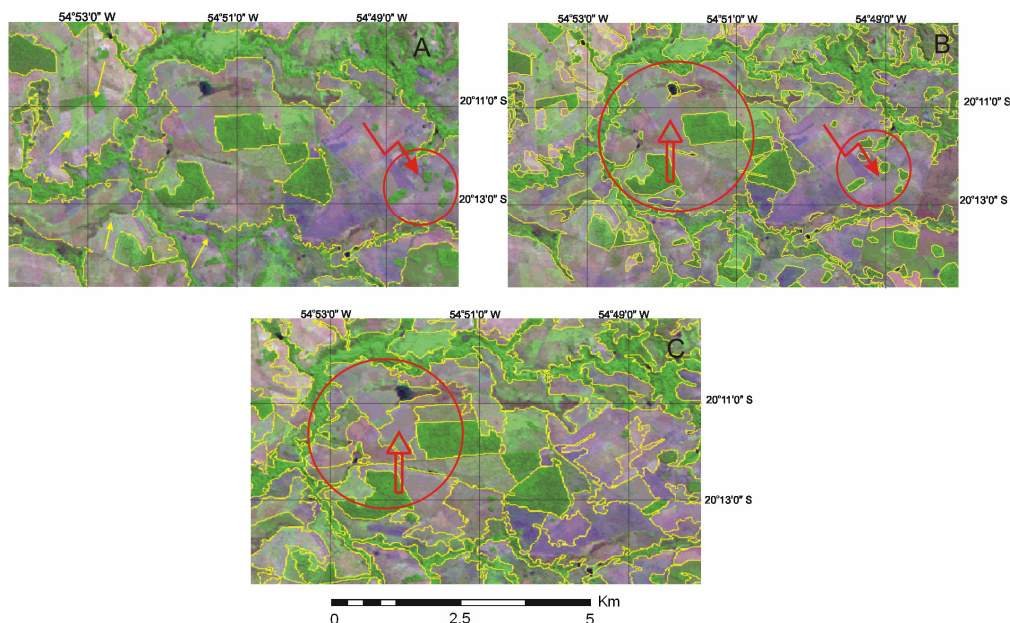


Figura 2 – Representação dos valores dos limiares de similaridade testados, em 20, 15 e 10 para A, B e C respectivamente.

Como pode ser visto na figura acima, o valor 20 agrupa em um mesmo segmento regiões espectralmente distintas, fazendo com que houvesse uma perda total ou parcial de algumas regiões de interesse. Através da similaridade 15 obteve-se uma boa representação das feições presentes na imagem e gerou-se menor quantidade de polígonos indevidos. O valor de limiar 10 apresenta um particionamento excessivo, tornando as regiões visualmente confusas. Por essa razão, adotou-se o limiar 15 para aplicar em todas as cenas utilizadas.

Após escolha dos parâmetros e o completo processamento da segmentação, o passo seguinte foi a edição da mesma. Esse procedimento consistiu na realização de limpeza (eliminação de vetores desnecessários) e generalização dos polígonos ou adição de vetores para a criação de novos polígonos, de acordo com os temas a serem classificados.

Nessa etapa, foi de fundamental importância o ajuste dos nós, que consiste em fazer com que os arcos estejam com suas extremidades conectadas. Uma vez ajustados todos os nós, a topologia final será definida através da poligonalização. As linhas que até então eram entendidas como estruturas isoladas passarão a ser parte integrante dos polígonos, com uma relação de vizinhança entre elas (SPRING, 2008).

A figura 3 mostra uma porção da imagem segmentada antes da edição e após o processo de edição da segmentação.

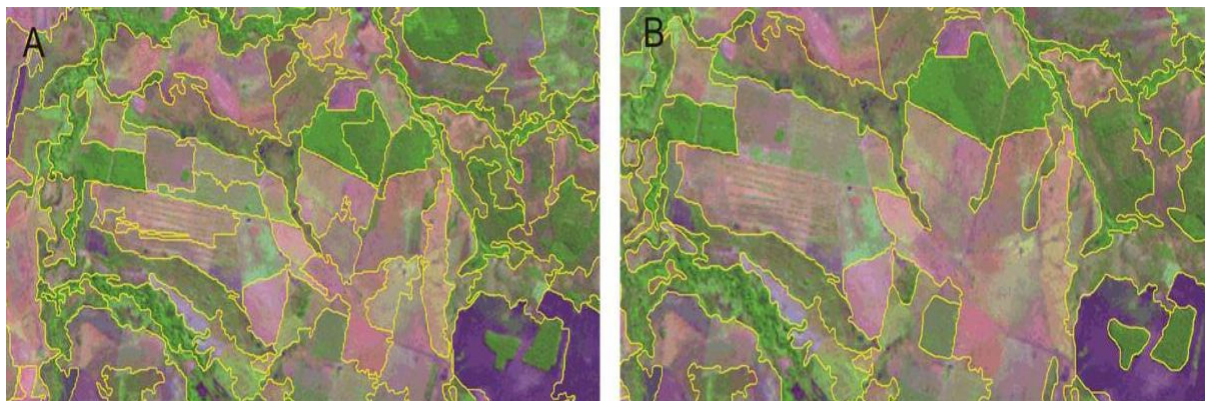


Figura 3 – Edição da segmentação. Segmentação sem edição em (A) e editada em (B)

3.4 Classificação

A partir das áreas segmentadas e previamente editadas, a classificação foi feita manualmente, através da interpretação visual das imagens considerando os elementos textura, cor, padrão, forma e localização. No processo de interpretação, além do conhecimento da área, adquirido no trabalho de campo, foram considerados os mapeamentos do Macrozoneamento (Mato Grosso do Sul, 1990) e do PROBIO (Ministério do Meio Ambiente, 2002) para auxiliar no enquadramento das feições previamente segmentadas. As fotos do controle de campo constituíram um auxílio a parte nesse processo.

Após a edição dos vetores da segmentação, os pontos, linhas e polígonos foram associados a uma classe temática do banco de dados para que possuíssem características de apresentação, como nome, valor, área, cor e preenchimento. Nesta etapa, os polígonos passaram a ser, por exemplo, uma mancha de “Cerrado” ou “pastagem” de acordo com as cores definidas para estas classes no banco de dados, classes essas que foram previamente identificadas e definidas através do controle de campo. Uma vez encerrada a edição e identificação das entidades geográficas do mapa temático, este ficou disponível em formato vetorial, para outros processamentos em ambiente SIG, como cálculos, medidas, cruzamentos ou a própria visualização.

As classes encontradas são apresentadas em legenda conforme critérios do IBGE, que argumenta que o desenvolvimento das atividades para elaboração da atual legenda, teve como base as experiências adquiridas pelas equipes da Coordenação de Geociências, no âmbito dos diagnósticos ambientais e como referência internacional, ao serem estabelecidos os procedimentos metodológicos para o mapeamento da cobertura do solo, o *Corine Land Cover* - Programa da Comunidade Européia para compilação de dados sobre Uso e Cobertura da Terra e o monitoramento de mudanças (IBGE, 2006).

O trabalho de campo foi fundamental para verificar as informações sobre os limites das classes identificadas e lançadas nos mapas preliminares, servindo para fazer os ajustes e correções necessárias para a consolidação do mapeamento da cobertura vegetal.

4. Resultados e Discussões

Na figura 4 são evidenciados e quantificados os tipos de coberturas do solo mapeadas, para os anos de 1985, 1997 e 2007. A composição percentual dos tipos de cobertura vegetal encontrados na classificação das imagens durante o período estudado, está detalhada na tabela 1, com o objetivo de analisar as variações na cobertura do solo da região nesse período.

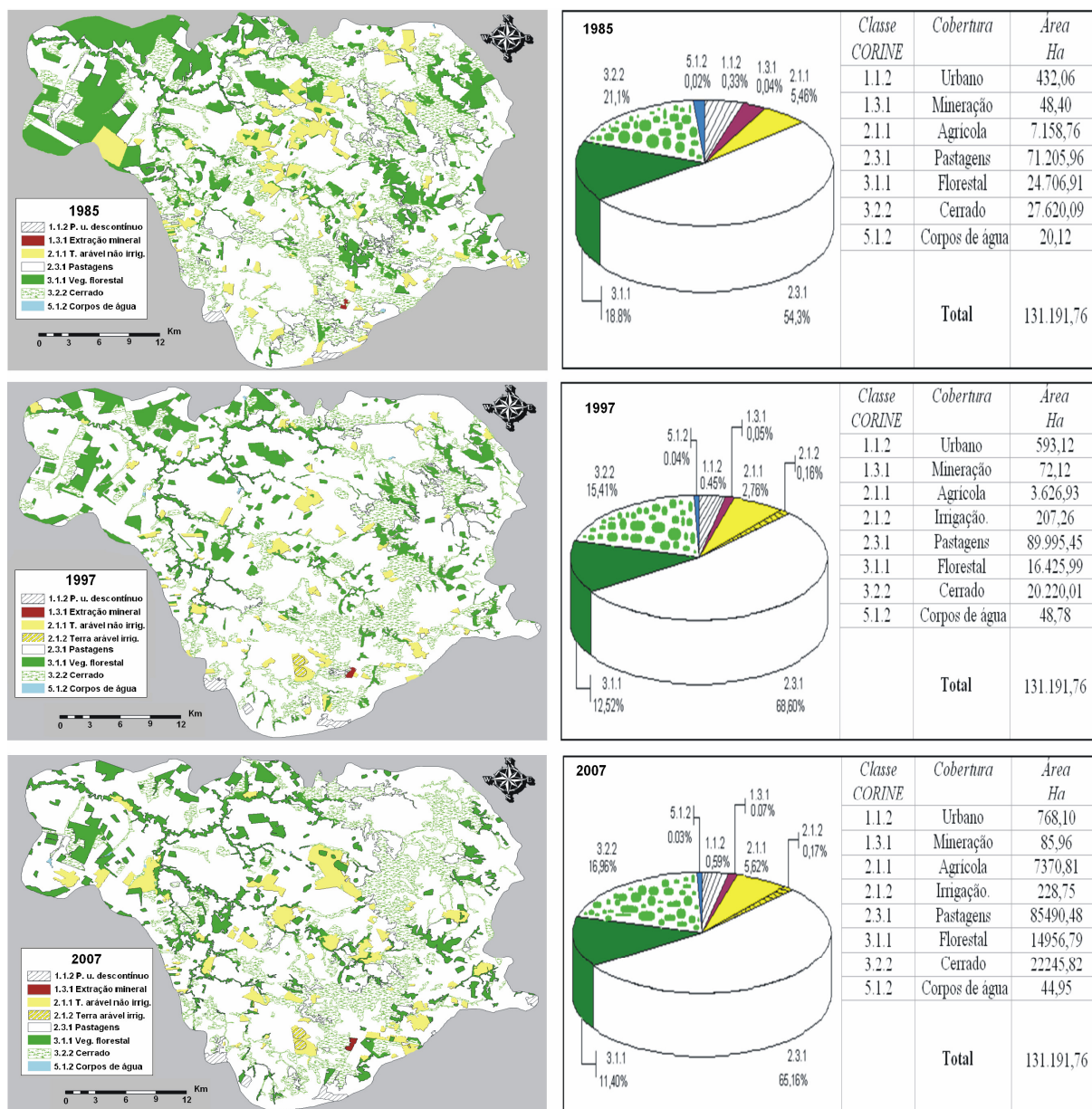


Figura 4 – Classificação e quantificação da cobertura do solo em 1985, 1997 e 2007 da bacia do Ceroula

Tabela 1 – Composição percentual das classes de cobertura do solo da bacia do Ceroula no período de estudo

Tipos de coberturas do solo	Ocupação em Relação à Área Estudada			
	1985 %	1997 %	2007 %	Redução (-) ou ampliação (+) %
1.1.2. Padrão urbano descontínuo	0,33	0,45	0,59	+ 0,26
1.3.1. Local de extração mineral	0,04	0,05	0,07	+ 0,03
2.1.1. Terra arável não irrigada	5,46	2,76	5,62	+ 0,16
2.1.2. Terra arável const. irrigada	0	0,16	0,17	+ 0,17
2.3.1. Pastagens	54,28	68,60	65,16	+10,88
3.1.1 Vegetação de porte florestal	18,83	12,52	11,40	-7,43
3.2.2. Cerrado	21,06	15,43	16,96	-4,10
5.1.2. Corpos de água	0,01	0,02	0,03	+0,02
Total	100,00	100,00	100,00	--

Pela análise multitemporal pode-se perceber a redução acentuada da quantidade de vegetação de porte florestal, de 18,83% em 1985, para 12,52% em 1997, chegando em 11,40% do total da área em 2007. Situação semelhante observa-se com a área da bacia que é coberta por Cerrado, onde houve uma redução de 21,06% em 1985, para 15,43% em 1997, com uma ligeira recuperação para 16,96% em 2007. Esse aumento de 1,53% de 1997 para 2007, pode estar relacionado à regeneração de pastagens abandonadas durante esse período. Ainda nesse contexto, é importante ressaltar que no bioma Cerrado, a vegetação nativa apresenta alta resiliência. A ocorrência de pastos sujos, com diferentes densidades de brotação das espécies nativas é marcante, o que constitui um forte indicativo desta capacidade.

Com relação à área destinada às atividades agropastoris, verificou-se que ao longo do tempo foi ocorrendo a substituição da vegetação natural para implantação dessas atividades. A atividade agrícola foi levemente incrementada (de 5,46% em 1985 para 5,62% em 2007), porém ela continua restrita às áreas de solos mais férteis, constituindo uma pequena fração. A atividade predominante é a pecuária, que ocupava uma área equivalente a 54,28% da área da bacia em 1985, passando para 68,60% em 1997 e experimentou uma leve queda para 65,16% em 2007.

O aumento da área urbana entre os períodos estudados também pode ser notado. Em 1985 a ocupação da região por cidades era de 0,33%, em 1997 passou para 0,45%, e em 2007 atingiu 0,59% da área da bacia. Também destaca-se o aparecimento de áreas de terra arável constantemente irrigadas, que em 1985 não foi detectada e aparece no ano de 1997, cobrindo atualmente uma área em torno de 0,17% da área em estudo.

5. Conclusão

Conforme preconizado, as geotecnologias utilizadas neste estudo atenderam as pretensões iniciais, tanto pela agilidade na análise dos resultados como pela precisão dos dados registrados. Ainda no que concerne a metodologia aplicada neste trabalho, a segmentação de imagens revelou-se uma técnica muito eficiente para realização da classificação, pois permite uma análise mais refinada das feições presentes na imagem em relação a classificação automática. Também destaca-se a facilidade de manipular os dados de saída da segmentação, pois ela gera diretamente vetores e não dados matriciais, possibilitando o processamento em ambiente SIG, como cálculos, medidas, cruzamentos entre outros.

Além disso, a utilização do aplicativo de geoprocessamento SPRING, juntamente com os dados de sensoriamento remoto, também disponíveis gratuitamente pelo INPE, contribuíram significativamente para minimização do custo financeiro empregado no estudo.

A análise ambiental multitemporal da cobertura do solo da bacia do Córrego Ceroula, em 1985, 1997 e 2007 mostrou as mudanças ocorridas nesse período. Em 1985 a bacia possuía 40% de cobertura nativa, diminuindo para 28% em 1997 e mantendo-se próximo a esse patamar em 2007.

Dentre as coberturas antrópicas encontradas, destaca-se a evolução das áreas de pastagens. Na área de estudo, neste período, este tipo de cobertura aumentou praticamente 11%, sendo um dos principais fatores (juntamente com as áreas agrícolas) responsáveis pela diminuição das áreas compostas por vegetação nativa em quase 12%. Dessa forma, concluiu-se que as matas e Cerrados vêm sendo substituídos por atividades agropecuárias ao longo do período estudado.

A fim de atender os preceitos estabelecidos pela política nacional de recursos hídricos, fica a sugestão para ampliação da APA do Ceroula para toda a bacia deste córrego, constituindo assim uma APA intermunicipal com a gestão compartilhada entre os municípios que compõem a bacia.

5. Referências Bibliográficas

- Brasil. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes para o seu enquadramento, bem com estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília: 2005. Diário Oficial da União, 17 mar. 2005.
- Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas U. M.; Garrido, J. C. P. Spring: Integrating Remote Sensing and GIS with Object-Oriented Data Modelling. **Computers and Graphics**, v.15, n.6, p.13-22, 1996.
- DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Campo grande**. Folha SF 21 X B I (MI-2550) Escala 1:100.000. 1979.
- DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Palmeira**. Folha SF X B III (MI-2551) Escala 1:100.000. 1988.
- DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Campo grande**. Folha SF 21 X B I (MI-2550) Escala 1:100.000. 1979.
- DSG – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Palmeira**. Folha SF X B III (MI-2551) Escala 1:100.000. 1988
- IBGE (2006). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resolução Uso da Terra**. Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Geociências. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>> . Acessado em: 29 ago. 2008.
- Mato Grosso do Sul, **Atlas Multirreferencial**; Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral – SEPLAN, Campo Grande 1990. 28p.
- Mato Grosso do Sul. **Deliberação no 003**. Dispõe sobre a preservação e utilização das águas das bacias hidrográficas do Estado de Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Campo Grande: 1997. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do sul, 20 jun. 1997.
- Ministerio do Meio Ambiente. **Projeto de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira: relatório de atividades**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília 2002.
- Oliveira, J.C.; Luiz, A. J.B.; Formaggio, A.R.; Epiphanyo, J.C. N. Avaliação e comparação quantitativa de segmentações por meio do índice IAVAS. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 11, 2003, Belo Horizonte. **Anais**. São José dos campos: INPE, 2003. p. 2111-2117. Disponível em: itid.inpe.br/sbsr/2002/11.13.16.27.27. Acesso em: 02 ago. 2008.
- Oliveira, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura**. 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002. Disponível em: <http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2006/12.21.11.14>. Acesso em: 01 set. 2008.
- Paranhos Filho, A. C. **Análise Geo-Ambiental Multitemporal: O estudo de Caso da Região de Coxim e Bacia do Taquarizinho**. 2000. 213p. Tese (Doutorado). Curso de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2000.
- Paranhos Filho, A.C. & Lastoria, G. Mas, afinal, o que é geoprocessamento? **Revista CREA-MS**, v 42, p. 18, 2004.
- Polizer, M. ; Monteiro, C. S. ; Paranhos Filho, A. C. ; Rocha, F. S. ; Ramos, N. H. ; Ide, C. N. ; Oliveira, J. M. Z. P. S. ; Carrijo, M. G. G. ; Lastoria, G. Avaliação Multitemporal da Cobertura do Solo na Bacia do Rio Salobra. In: II Simpósio Brasileiro de Engenharia Ambiental. **Anais**. Itajaí: Univali, 2003.
- SPRING. **Manual do Spring**: Segmentação. Disponível em: http://www.dpi.inpe.br/spring/usuario/c_segmen.htm Acessado em: 20 jun. 2008.