

Análise comparativa dos efeitos das diferentes variáveis de similaridade e área de pixels sobre a técnica de segmentação em imagens CBERS – 2B da bacia hidrográfica do rio Catorze.

Taisller Guimarães da Silva¹
Julio Caetano Tomazoni¹
Elisete Guimarães¹

¹ Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR
Caixa Postal 135 85601-970 - Francisco Beltrão – PR, Brasil
taisller01@hotmail.com, caetano@utfpr.edu.br, guimaraes@utfpr.edu.br

Abstract. This article presents the results of the values of similarity and area of pixel on the technique of segmentation of images. This technique is one of the tools present in the System of Information Georeferenced (SIG) SPRING 5.1.6, such technique was applied to the images of the satellite bell-Brazilian CBERS - 2B having served as deep cloth of it human analyst to carry through the classification of the use and occupation of the hydrographic basin of River Fourteen. The study, after the application of the segmentation technique and classification of images in two periods of time, had allowed to the generation of the use letter and occupation of the ground of the basin of river Fourteen. The results are presented and argued analytically of visual form, exemplifying the influences of each value in the set of variable (similarity/area of pixels). Being the set that more is resembled to the reality measured for the human analyst it is set 20/20. Thus with the results of the classification of the use and occupation of the study area, it is possible to affirm that the concepts on the technique of segmentation of images, applied previous the phase of classification of digital images, are a powerful tool to give to more speed and precision to the results of classification of products of orbital sensors, allowing to one better control and monitoring against the ambient devastation in compliance with the environmental laws in force.

Palavras - chave: image processing, digital classification, environmental control, remote sensing, processamento de imagens, classificação digital, controle ambiental, sensoriamento remoto.

1. INTRODUÇÃO

A classificação digital de imagens, oriunda de sensores orbitais, vem se tornando cada vez mais relevante na era da tecnologia. Utilizando-se de métodos de classificação computacional os trabalhos são mais rápidos, automatizados e confiáveis. Trabalhos estes que contribuem para o aperfeiçoamento de gestões estratégicas que visam o desenvolvimento social justo, economicamente viável, e um olhar aguçado ao correto manejo e controle ambiental.

Segundo INPE (2010), a classificação estatística, frequentemente usada para classificação de imagens digitais, é um processo limitado, por se basear unicamente em atributos espectrais. Assim, buscando um resultado mais preciso e uma melhor qualidade na classificação de imagens, usa-se a técnica de segmentação de imagens. Tal técnica que agrupa pixels em regiões e posteriormente em objetos, com diferentes escalas, para identificar e agrupar as áreas de interesse antes da classificação.

Nesse contexto, o trabalho buscou aplicar a técnica de segmentação desenvolvidos em plataforma SPRING 5.1.5, com diferentes tipos de variáveis de contemplação, ou seja, áreas de pixels e de similaridade diferentes para caracterizar o uso e ocupação do solo, na bacia hidrográfica do rio Catorze, de forma mais condizentes com a realidade.

A bacia hidrográfica do rio Catorze, com área de 10.708 ha, pertence à mesorregião de Francisco Beltrão, no sudoeste do Estado do Paraná tem como característica a intensa atividade agrícola, nas culturas de milho e soja e, também, exploração no setor agropecuário e avícola. Seu solo é proveniente de rochas basálticas do grupo São Bento, Formação Serra Geral, com predominância dos Latossolos, Nitossolos e Neossolos.

Seu relevo é predominantemente ondulado e suave ondulado, com clima subtropical mesotérmico úmido. A vegetação original era formada de Floresta Ombrófila Mista

Submontana, estando hoje com diferentes estágios sucessivos de vegetação secundária como mostra a figura 1.

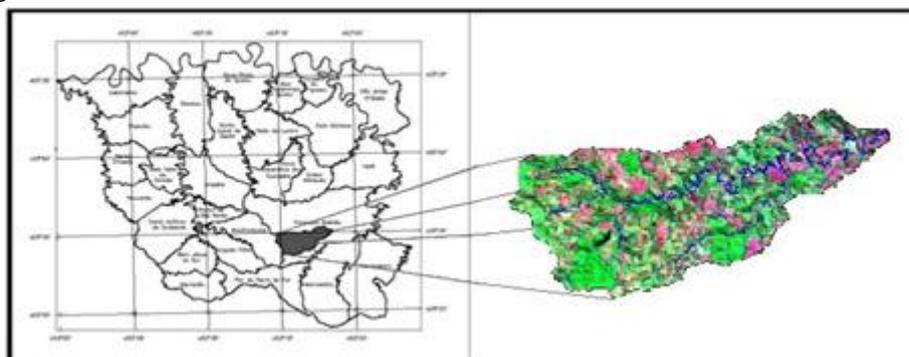


Figura 1 – Mapa da Localização da bacia hidrográfica do rio Catorze na mesorregião de Francisco Beltrão.

3. Metodologia de Trabalho

O estudo foi fundamentado na aplicação de técnica de segmentação para a interpretação das imagens de satélite CBERS 2B, Sensor CCD com duas imagens datadas de trinta de abril de 2009 (outono) e a segunda imagem do dia treze de dezembro de 2009 (verão), dentro de ambiente SPRING - Sistema para Processamento de Informações Georeferenciadas (SPRING, 1996), constituindo um banco de dados georreferenciado e multitemporal.

Para ser efetuada a aplicação da técnica de segmentação e uma melhor classificação do uso e ocupação do solo foi utilizado um banco de dados pré-existente do local de estudo. Banco de dados este, apoiado sobre cartas geográficas da diretoria de serviço geográfico do Ministério do Exército, com escala de 1:50.000, bem como, em imagens do satélite sino brasileiro CBERS – 2B, e Spot 5.

As classes dos diferentes tipos de cobertura vegetal foram classificadas de acordo com as formas de cultura e vegetação predominantes na bacia, adaptadas do sistema de classes sugerido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do ano de 1991.

3.1. Processamento Digital de Imagens

As técnicas de processamento digital de imagens baseiam-se na manipulação digitalmente de uma imagem por um analista humano, a fim de gerar uma nova imagem no final do processo (INPE, 2010). Ainda, segundo esses conceitos de processamento digital de imagens, o objetivo da técnica de segmentação é usar o processamento digital de imagens, para melhorar o aspecto visual de certas feições estruturais pelo analista humano e, assim, fornecer outros subsídios para sua interpretação, inclusive gerando produtos que possam ser posteriormente submetidos a outros processamentos (INPE, 2010). As técnicas de processamento digital de imagens têm cada vez mais aplicações e relevância em diferentes campos, como no caso da análise dos recursos naturais.

As imagens usadas nesse trabalho para aplicação da técnica de segmentação são do catálogo de imagens do satélite sino brasileiro CBERS – 2B, obtidas gratuitamente pela internet no site do DGI/INPE (2010). A primeira e a segunda imagem do CBERS-2B são constituídas das bandas 2, 3 e 4 de abril de 2009 e dezembro de 2009 respectivamente, ambas com resolução espacial de 20 m. Essas imagens foram convertidas para o formato SPG, através do software IMPIMA, e posteriormente registradas no através do SIG SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) e em seguida incorporadas no banco de dados da bacia do rio Catorze.

3.2. Segmentação de Imagens

A técnica de segmentação de imagem é uma técnica de agrupamento de dados, na qual somente as regiões espacialmente adjacentes podem ser agrupadas conforme observações de Quevedo, (2009). Para Oliveira (2002 apud Quevedo, 2009), a segmentação é um processo automático que consiste em subdividir uma imagem em regiões homogêneas, considerando algumas de suas características intrínsecas, que melhor representam as feições presentes na cena. Nascimento (1996), em uma mesma linha de pensamento retrata a segmentação de imagens como um processo que permite subdividir uma imagem em diversas partes ou regiões significativas.

É preciso definir dois limiares para que a segmentação seja realizada. O limiar de similaridade, em que é baseada na distância euclidiana na qual as regiões abaixo do limiar mínimo são agrupadas em uma única região; e o limiar de área que corresponde à abrangência das áreas estudadas (Mello, 2002).

Segundo Nascimento (1996) a definição dos limiares é uma etapa crítica do processo, pois determinará a precisão da segmentação. Se os limiares forem muito baixos, o processo não atribuirá muitos pixels representativos de diferentes classes e serão incorretamente agrupados. Portanto, sempre após a aplicação da técnica de segmentação devem-se analisar os resultados e dar relevância a um limiar adotado ou não.

Assim, para ser realizada uma correção quanto aos resultados obtidos, conforme sugere Nascimento, (1996) pode-se comparar a imagem segmentada com mapas temáticos prévios, fotografias de campo ou dados de outro sensor. Sugestão essa, aderida na elaboração do trabalho com o acoplamento da imagem do sensor orbital Spot5 na plataforma Spring, imagem essa com resolução de 5 m sendo mais precisa que as imagens do satélite CBERS – 2B com resolução de 20 m que foram utilizadas para a aplicação da técnica de segmentação.

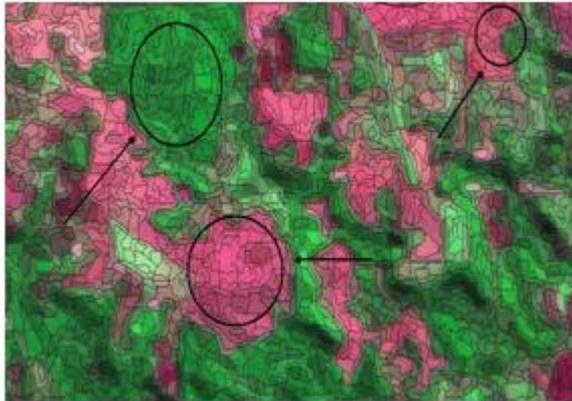
Segundo observações de Nascimento, (1996), a técnica de segmentação baseada no método de crescimento de regiões é uma das mais utilizadas, pois, permite extrair um conjunto mais rico de atributos e selecionar amostras mais representativas de cada classe. E, ainda, como descreve Quevedo (2009), sobre as definições dos mesmos autores, a segmentação por crescimento de regiões particiona as imagens em regiões homogêneas e cada região contém um único rótulo. Essa técnica é desenvolvida a partir de um “pixel – semente” que agrupa os pixels adjacentes, que possuem características parecidas e que satisfazem o critério de similaridade. O crescimento continua até que são encontrados pixels que não se adaptam ao critério de similaridade e, então, o processo cessa. Uma nova região inicia-se, cuja média inicial é o valor do novo “pixel - semente”.

No trabalho realizado por Oliveira (2003, *apud* Quevedo, 2009) foram testados os valores dos limiares da similaridade de 20, 15, 10, em que, por meio do índice IAVAS (Índice de Avaliação da Segmentação), o melhor resultado foi o valor 16. Já para Quevedo (2009), os resultados mais satisfatórios foram encontrados com o limiar 15. A partir de então, tomou-se como base esses dois resultados para realização dos ensaios com diferentes tipos de similaridade. As figuras de 2 a 10 mostram alguns dos resultados obtidos com similaridade e área de pixels 5:10, 5:30, 5:100, 10:10, 10:20, 10:100, 20:10 20:20 e 20:80 respectivamente.

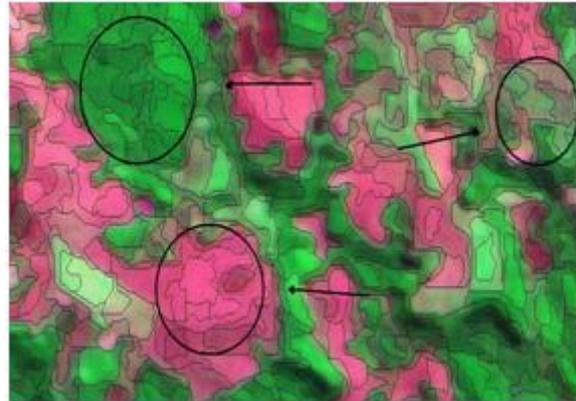
Após aplicação dos diferentes pares de similaridade e área de pixels, pode-se constatar que para similaridade 5, com três diferentes valores de área de pixels, os resultados obtidos das regiões analisadas ficam com deficiência no agrupamento ou com confusão em inúmeras classes homogêneas.

Através da similaridade 10 com diferentes áreas de pixels, as áreas foram bem definidas, mas ocorrendo falhas na generalização de regiões. Já para a similaridade 20, os espectros foram bem agregados, de forma coesa tematicamente e agrupados corretamente. Assim, os melhores resultados verificados ocorrem com similaridade 20 e área de pixels 20. Pois, suas regiões são bem definidas tematicamente e agrupadas de forma correta, quando comparadas aos outros pares de agregação de espectros.

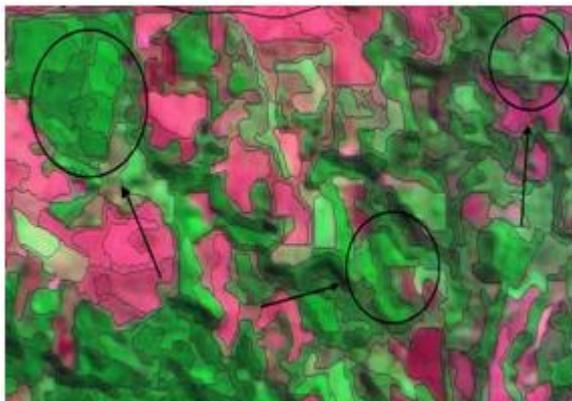
Após segmentação da imagem, foi utilizado para sua classificação o classificador de regiões *Bhattacharya*, que mede a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais (INPE, 2010).



Nota: excesso de partições de regiões pertencentes á um mesmo tipo de cultura.
Figura 2: Similaridade 5/ Área 10: 04/2009.



Nota: regiões com menos segmentos, mas com separação excessiva de áreas da mesma forma.
Figura 3: Similaridade 5/ Área 30: 04/2009.



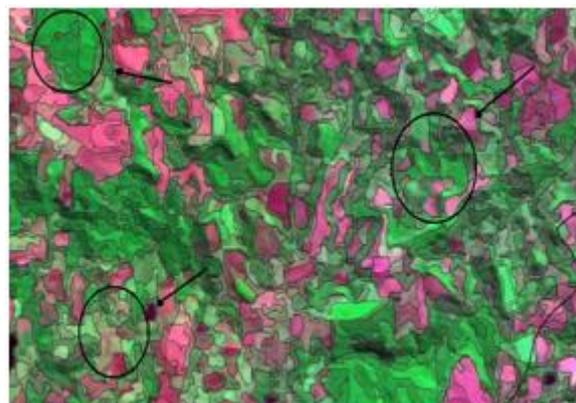
Nota: regiões bem agrupadas com diminuição evidente de segmentos na imagem, mas com confusão em algumas regiões.
Figura 4: Similaridade 5/ Área 100:04/2009.



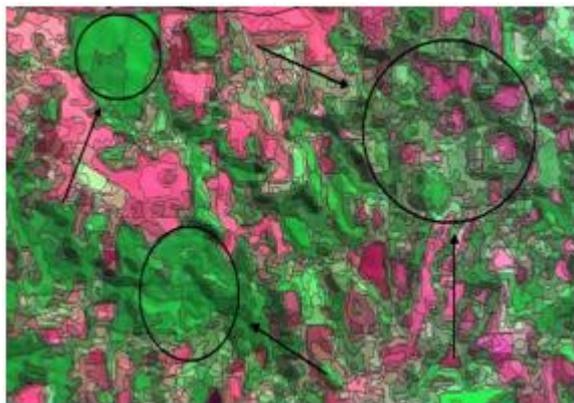
Nota: problema de segmentação excessiva de regiões pertencentes á mesma área.
Figura 5: Similaridade 10/ Área 10: 04/2009.



Nota: regiões bem definidas, mas com falhas de generalização de áreas.
Figura 6: Similaridade 10/ Área 20: 04/2009.



Nota: confusão grave devido à grande área de pixels.
Figura 7: Similaridade 10/ Área 100: 04/2009.



Nota: boa separação das áreas e as formas de cultura, mas com problemas de agregação.
Figura 8: Similaridade 20/ Área 10: 04/2009.



Nota: regiões bem definidas tematicamente e agrupadas corretamente.
Figura 9: Similaridade 20/ Área 20: 04/2009.



Nota: Regiões bem definidas aplicada a uma data diferente para testar sua confiabilidade.
Figura 10: Similaridade 20/ Área 20: 12/2009.



Nota: agregação excessiva de regiões distintas.
Figura 11: Similaridade 20/ Área 80: 04/2009.

3.4. Classificação

A classificação é o processo de extração de informação em imagens para reconhecer padrões e objetos homogêneos. Os métodos de classificação são usados para mapear áreas da superfície terrestre que apresentam um mesmo significado em imagens digitais (INPE, 2010).

Anterior a submissão das imagens aos métodos classificados, é elaborado o treinamento que consiste na aquisição de amostras e o mapeamento do agrupamento das classes temáticas com os espectros contidos nas imagens.

Segundo Cruz (2008), para realizar um processo de classificação multiespectral, ou seja, que utiliza mais de uma faixa espectral é preciso realizar o reconhecimento da assinatura espectral das classes de interesse, ou seja, escolher as áreas que o analista julga ser pertencente a uma determinada classe e classificá-la, esse procedimento é chamado de treinamento.

O treinamento, então, consiste na aquisição de amostras de inúmeros espectros identificados e agregados em polígonos, sendo que estes são agregados na técnica de segmentação, e posteriormente ordenados em classes temáticas de interesse do estudo. As amostras são reconhecidas e adquiridas através de interpretação visual e referenciadas a sua classe pertencente.

Para elaboração do trabalho foram recolhidas de 10 a 15 amostras de cada classe temática, com aproximadamente 1200 pixels por classe. As classes definidas no trabalho foram solo exposto, lavouras, reflorestamento, pastagens, vegetação secundária estágio inicial (VSEI), vegetação secundária estágio médio (VSEM), vegetação secundária estágio final (VSEF).

Após segmentação da imagem e realizado o treinamento e mapeamento digital, conforme figura 12 e 13, esses foram os resultados obtidos pela classificação Bhattacharya com limiar de aceitação de 100%, atribuindo cada espectro a uma classe em abril e dezembro de 2009 respectivamente.

A figura 12 retrata o início e/ou ponto de referência inicial, de onde serão comparadas as tabelas com as classes temáticas e as porcentagens que cada uma ocupa, no período entre safras do local do estudo.

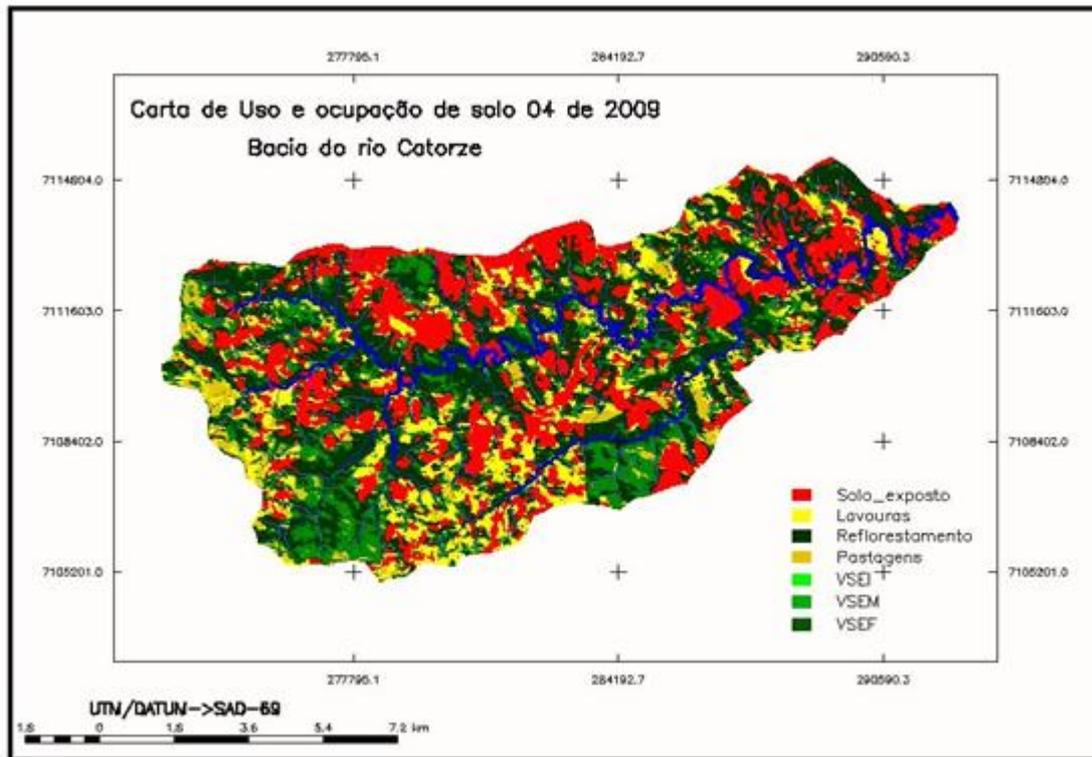


Figura 12: Carta de uso e ocupação do solo em abril de 2009.

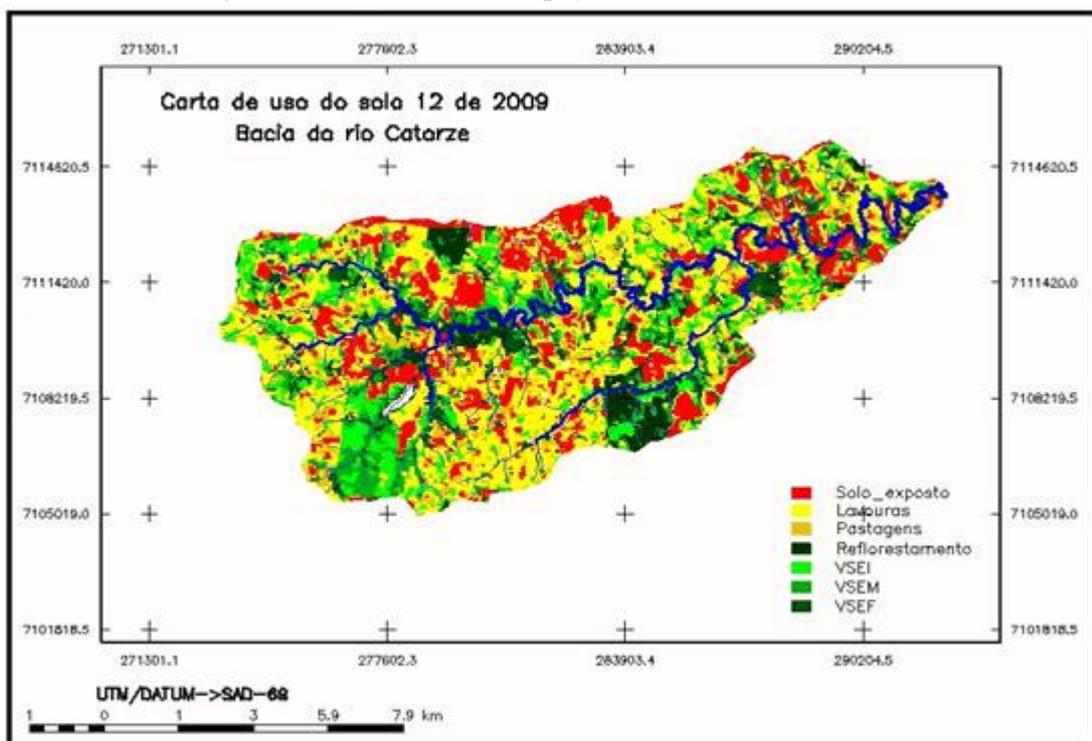


Figura 13: Carta de uso e ocupação do solo dezembro de 2009.

4. Resultado e Discussão

Nas figuras do uso e ocupação do solo 12 e 13 ficam demonstrados os tipos de coberturas do solo e as diferentes classes de vegetação, entre o período entre safras de abril a dezembro de 2009. A análise das variações ocorridas nas imagens usadas no estudo apresentado será explicada, mostrando os resultados obtidos nesse período multitemporal.

Tabela 1 – Distribuição das classes temáticas em abril de 2009 e dezembro de 2009

Período	Classes Temáticas (%)							Total
	Solo Exposto	Lavouras	Reflorest.	Pastagens	VSEI	VSEM	VSEF	
Abril/2009	25%	22%	5 %	16%	11%	7%	14%	100%
Dezembro/2009	16%	29%	12%	12%	14%	10%	7%	100%

O solo exposto em abril de 2009 conforme mostra a tabela 1, representa 25 % de todo o território da bacia, devido à retirada da vegetação de monoculturas, ou seja, as culturas foram colhidas e o solo se encontra exposto ou com a palha da cultura anterior, ou em estágio de preparação para a próxima safra. As lavouras ocupam 22 % da área total da bacia, sendo estas representadas por culturas prontas para colheita ou em estágio avançado de desenvolvimento. O intensivo uso da terra para fins agrícolas juntamente com as lavouras implicam juntos 47% de toda área da bacia. O reflorestamento abrangeu 5 % de toda área, sendo que este pode ser confundido com vegetação secundária em estágio final, devidos índices altos de umidade que possa diferir nos resultados obtidos. Já as pastagens representavam o contingente de 16 % de toda área da bacia. As vegetações secundárias nativas compostas pela VSEI, VSEM e VSEF em torno de 32% do total das classes, demonstrando que ainda existem grandes áreas verdes.

O solo exposto em dezembro de 2009 segundo a tabela 1 representa agora 16 % de todo o território, havendo um decréscimo quando comparado ao período de abril de 2009. Pode-se atribuir esse fato a uma existência maior de lavouras em seus diferentes estágios de agregação nessa data. As lavouras representavam 29% da área total da bacia, com um crescimento de 4% em relação á abril. Pode-se dizer que no período da classificação dessa imagem as porções antes ocupadas por solo exposto agora fazem parte desta forma de uso. Quanto ao reflorestamento ocupa 12 % de toda área, com um aumento de 7% quando comparado a imagem classificada anteriormente. Já as pastagens representavam em abril de 2009, em torno de 16 % e, 12% de toda área da bacia. Estes números mostram que as pastagens podem ser confundidas com áreas de lavouras ou de VSEI, mas os resultados são condizentes com a real situação do manejo de culturas no local de estudo.

Por fim, as vegetações secundárias compostas pela VSEI, VSEM e VSEF representavam em abril de 2009 cerca de 32%, da área e em dezembro de 2009, representavam 31% do total das classes temáticas. Ressalta-se que não houve diferenças significativas nessa classe.

5. Conclusões

Os procedimentos e técnicas abordadas no desenvolvimento desse trabalho atingiram o seu objetivo, tanto na agilidade da técnica de segmentação quanto na qualidade dos resultados obtidos na classificação do uso e ocupação do solo. Ainda que não houvesse significativas mudanças quanto aos tipos de ocupação do solo no período do estudo por se tratar de áreas consideradas como fins agrícolas e mantiveram-se constantes, bem como as áreas de florestas nativas e comerciais.

Logo se conclui que a técnica de segmentação aplicada anteriormente á fase de classificação digital de imagens é uma poderosa ferramenta para dar mais agilidade ao controle frente à devastação ambiental, servindo de subsídio para órgãos ambientais para aplicarem medidas de gestões estratégicas no manejo da bacia.

Agradecimentos

Meu especial agradecimento ao professor Dr. Julio Caetano Tomazoni, pela orientação e revisão do estudo, bem como a professora Dra. Elisete Guimarães pelo apoio técnico – científico e sugestões. A UTFPR por dar condições e subsídios à realização do estudo juntamente com a Fundação Araucária e o CNPQ pelo incentivo a projetos de Pesquisa e Desenvolvimento.

Referências Bibliográficas

CRUZ, Z. Q. **Ensaios de segmentação e classificação digital de imagens CBERS utilizando o sistema SPRING em uma unidade de conservação ambiental**, estudo de caso: parque nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, Recife, 2008.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagens do Satélite CBERS 2B** – Sensor CCD. Órbita 160, ponto 129, composição colorida nas bandas 2, 3 e 4 (BRG). Data 30.04.2009. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 15.04.2010.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Imagens do Satélite CBERS 2B** – Sensor CCD. Órbita 160, ponto 160, composição colorida nas bandas 2, 3 e 4 (BRG). Data 13.12.2009. Disponível em <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em 15.04.2010.

MELLO, E. M. K. *et al.* **Prodes digital – experiência brasileira no mapeamento automatizado do desflorestamento da Amazônia**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos, SP. 2002.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO BRASILEIRO – Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Salgado Filho**. Folha SG 22 Y A II (MI- 2861/1), Escala 1:50.000, 1980.

MINISTÉRIO DO EXÉRCITO BRASILEIRO– Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro; **Carta Francisco Beltrão**. Folha SG Y A II (MI-2861/2), Escala 1:50.000, 1982.

NASCIMENTO, P. S. R.; ALMEIDA FILHO, R. **Utilização da técnica de segmentação em imagens TM/Landsat visando otimizar a técnica de interpretação visual**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, 1996, Salvador. São José dos Campos: INPE/SELP, 1996.

QUEVEDO, E. R. *et al.* **Aplicação da segmentação (SPRING) de imagens para avaliação ambiental multitemporal da bacia do Córrego Ceroula – MS, no período 1985-2007**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, Natal, 2009.

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. Integrating remote sensing and - GIS by object-oriented data modelling. In: CAMARA G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M.; GARRIDO, J. **Computers & Graphics**, v.20, n.3, p.395-403, May-Jun, 1996.