

Análises temporais aplicadas à avaliação do desmatamento no município de Guaraqueçaba - PR

Sydney de Oliveira Dias¹
Ana Paula Dalla Corte¹
Michele Beppler²
Carlos Roberto Sanquetta³

¹Pós-Graduação da Universidade Federal do Paraná-UFPR

³Professor do departamento de Ciências Florestais da UFPR

UFPR – Av. Lothário Meissner, 632 - Jardim Botânico – CEP: 80.210-170 – Curitiba/PR

sydney@ufpr.br; anacorte@ufpr.br; sanquetta@ufpr.br

²Professor do Centro Federal de Educação Tecnológica da Paraíba – CEFET/PB

CEFET/PB - Rua das Trincheiras, 275 - Centro CEP: 58.011-000 - João Pessoa/PB

michelebeppler@cefetpb.edu.br

ABSTRACT: This study aims at conducting a temporal analysis of land cover in the city of Guaraqueçaba in the state of Parana, in order to evaluate the advance or retreat of deforestation in this city. For both were used images from the satellite sensor TM Landsat 5 acquired in 2000 and 2006. The two images were classified using fuzzy logic and object-oriented segmentation and after comparison. To perform the comparison was drawn up in a routine MatLab in order to compare the images pixel to pixel classified looking at migration between them. The research also intends to evaluate the feasibility of the technique of classification in object-oriented images of medium spatial resolution.

Palavras-chaves: Segmentação, Lógica Fuzzy, Classificação Orientada a Objetos.

1 - Introdução

As transformações antrópicas na superfície terrestre vêm ocorrendo em um ritmo cada vez mais acelerado. Várias técnicas de sensoriamento remoto estão sendo empregadas para mensurar, avaliar e acompanhar estas transformações. Com o aprimoramento dos sensores orbitais, surgiram as imagens de alta resolução que propicia um alto grau de informação e detalhamento dos objetos situados na superfície terrestre.

Em imagens de alta resolução, a classificação pixel a pixel tornou-se inviável devido ao alto grau de similaridade existente entre a resposta espectral dos objetos. Por este motivo, novas técnicas de classificação foram desenvolvidas, dentre elas a classificação orientada a objeto. Este tipo de classificação não se baseia apenas nas respostas espectrais dos alvos, mas também no conhecimento da semântica dos mesmos. A semântica dos objetos proporciona o conhecimento do espaço na qual os objetos estão inseridos e hierarquicamente organizado de forma lógica. Por este motivo, o conhecimento semântico dos objetos é utilizado como um fator de decisão no processo de classificação orientada a objeto.

Apesar da técnica de classificação orientada a objetos ter sido desenvolvida para imagens de alta resolução, este trabalho utilizou dessa técnica, com o intuito de avaliar a viabilidade da classificação orientada a objetos para imagens de média resolução, neste caso as imagens orbitais TM do satélite Landsat 5.

2 - Área de estudo

A área de abrangência deste trabalho foi o município de Guaraqueçaba situado no Estado do Paraná, com área total de 2.019 km², conforme apresentado na Figura 1.

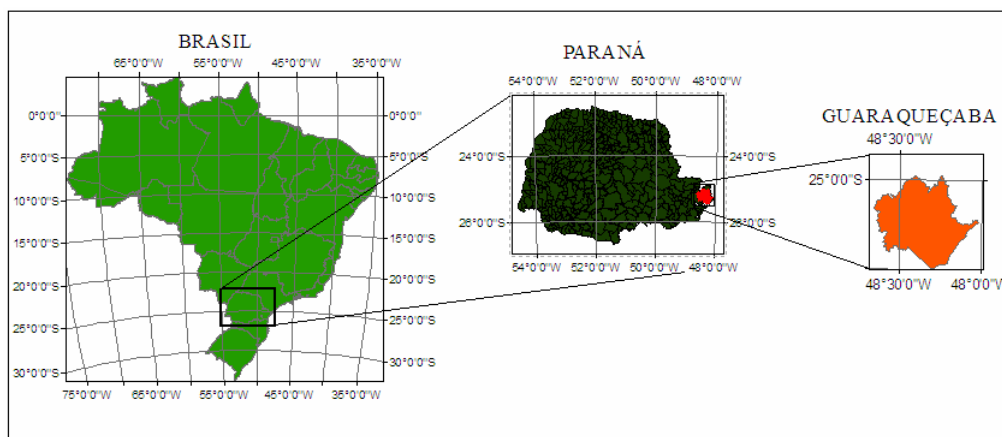


Figura 1 - Localização do município de Guaraqueçaba no Estado do Paraná e Brasil.

3 - Metodologia

As imagens utilizadas neste trabalho foram as imagens orbitais TM do satélite Landsat 5 para os anos de 2000 e 2006 (Vide Figura 2 apresentada abaixo). Posteriormente, realizou-se a classificação através do método orientado ao objeto.

A classificação pode ser definida como o processo no qual se extraem informações de uma determinada região a partir de imagens, tendo por referência a resposta espectral de cada objeto. A resposta espectral dos objetos sobre a superfície terrestre permite sua identificação e quantificação.

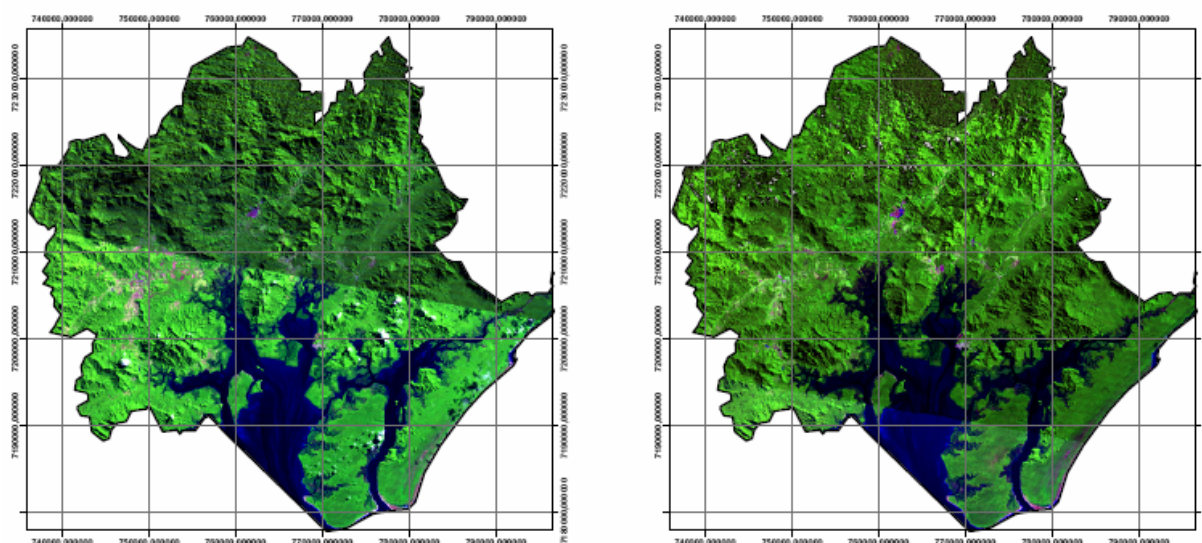


Figura 2 – Composições coloridas 543-RGB das imagens TM do satélite Landsat 5.
(a) Ano de 2000 e (b) Ano de 2006

A classificação orientada a objeto é considerada mais eficaz que a classificação pixel a pixel devido a possibilidade de aplicar chaves aos objetos identificados, o que os aproxima mais das feições reais sobre a superfície terrestre. Estas chaves de interpretação expressam características de cor, textura, forma e contexto, possibilitando a análise e conhecimento do espaço cujo objeto está contido, o que é denominado também de conhecimento semântico. Justifica-se a eficácia desta metodologia pela sua semelhança com a percepção humana na forma de como a visão humana extrai a informação que é baseada em objetos (BLASCHKE *et al.*, 2000). Segundo ANTUNES (2003), o método de classificação orientado ao objeto supera os convencionais por estar mais próximo do raciocínio humano no que se refere aos seguintes aspectos:

- Objetos são mais facilmente percebidos pelo cérebro humano do que pixels;
- Estabelecem-se relações entre os objetos;
- Possibilita a introdução do conhecimento a priori;
- Estruturação lógica de atributos.

A utilização destas chaves de interpretação há muito tempo é utilizada pelos fotointérpretes no processo de fotointerpretação de imagens. Mas, apenas recentemente este processo foi implementado com um método de classificação automatizada em *software*. Segundo ESTEVAM (2006) o primeiro capaz de utilizar estes parâmetros como ferramenta auxiliar na tomada de decisões foi o *softwares* eCognition da empresa Definiens, o qual foi utilizado nesta investigação.

Segundo ANTUNES (2003) nesta técnica de classificação, o objeto é único sendo definido conforme as suas características geométricas, de forma e topologia e pelas suas características não-geométricas, de comportamento espectral, de elevação altimétrica no terreno, do tipo de solo, dentre outras.

A classificação foi realizada em três etapas. Na primeira etapa foram definidos os objetos a serem classificados, ou seja, quais seriam as classes temáticas a serem identificadas. Estas classes são definidas em função do objetivo do projeto e selecionadas após uma pré-classificação visual da imagem, que pode classificar todas ou apenas uma parte das classes possíveis de identificação. Apesar de existirem 5 classes bem distintas na imagem, para este

trabalho utilizou apenas de três: vegetação nativa, hidrografia e área antropizada, sendo que esta classe englobou solo exposto, áreas cultivadas e mancha urbana.

Na segunda etapa, foi realizada a segmentação da imagem. A segmentação tem por finalidade a extração automática dos objetos de interesse definidos pelo usuário. Segundo BAATZ e SCHAPE (2001) uma imagem pode ser segmentada várias vezes. Este procedimento em multi resolução, permite a construção de estrutura hierárquica (MOLENNAR, 1998). A determinação do parâmetro adequado de escala e os critérios de semelhança dependem do tema a ser extraído, da resolução espacial e espectral da imagem. A escala e os critérios de semelhança controlam o resultado da segmentação criando objetos maiores ou menores, mais ou menos homogêneos, suavizados ou não.

A classificação hierárquica permite a confecção de mapas temáticos e é realizada em uma estrutura de nível iniciando no nível mais genérico e terminando no nível específico. A relação de dependência entre os níveis hierárquicos ocorre pelo conhecimento adquirido. Esta relação é regida por regras *Booleanas*, oriundas das estruturas descritivas e semânticas dos objetos. Assim, a classe do nível inferior, só poderá existir se houver neste, local a existência da superclasse a qual a mesma esta subordinada, (DARWISH *et al.*, 2003).

Pela simplicidade da imagem e após alguns testes no qual se avaliou os objetos segmentos em função de vários parâmetros de escala e forma. Esta etapa é de primordial importância para a classificação, pois objetos diferentes podem ser fundidos em função do fator de forma e escala empregados na segmentação, podendo comprometer de forma irreparável a classificação.

Na terceira etapa desta metodologia coletaram-se várias amostras inerentes a cada tema. Com o intuito de realizar a separabilidade das amostras dos diferentes temas, utilizou-se das funções: média, desvio-padrão e razão entre bandas. Uma função *Fuzzy* foi implementada pelo usuário, analisando os locais onde as classes distintas são melhores separadas, conforme observado na Figura 3. Segundo ESTEVAM (2006), a lógica *fuzzy* admite a possibilidade de pertinência parcial de um objeto a uma ou mais classes, ou seja, não havendo uma completa separação entre as classes, pode-se realizar o cruzamento das funções pegando parte das amostras das duas classes. Neste caso, cabe a lógica *fuzzy* auxiliar na tomada de decisão a respeito de qual classe o objeto pertence com maior confiabilidade (ANTUNES, 2005).

Foi implementado uma rotina no programa Matlab com o intuito de mensurar a área e as modificações ocorridas em cada classe. Nesta rotina compararam-se as duas imagens classificadas datadas de 2000 e 2006 *pixel a pixel*, sendo possível mensurar a área de cada classe de uso.

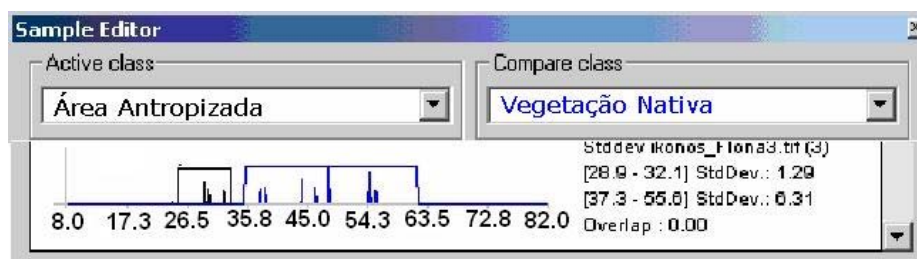


Figura 3 - Função *Fuzzy* implementada para separar as classes área antropizada da classe vegetação nativa.

A última etapa da classificação orientada a objeto é a classificação propriamente dita. Uma grande vantagem desta metodologia é que o analista consegue interagir com a classificação a partir da definição dos parâmetros espaciais e espectrais. Como nos classificadores pixel a pixel esta metodologia utiliza-se de elementos amostrais para definir as classes, porém neste caso os elementos amostrais deixam de ser *pixels* e passam a ser objetos.

Ambas também utilizam associação por probabilidade para inserir os demais objetos ou pixels as classes criadas. Entretanto a classificação orientada a objeto utiliza-se da lógica *fuzzy* com o intuito de distinguir com maior eficácia a classes da imagem, conforme supracitado.

4 – Resultados e Discussão

Como resultados da primeira etapa do processo foram definidas as seguintes classes de uso: agropecuária/outras usos e vegetação nativa. Posteriormente, como produto da segunda etapa, anteriormente descrita como segmentação da imagem, foram obtidos os vetores que representavam classes homogêneas de *pixels* conforme definições adicionadas ao sistema. Abaixo na Figura 4 estão apresentados dois exemplos de áreas dentro dos limites do municípios citados acima e os respectivos segmentos gerados.

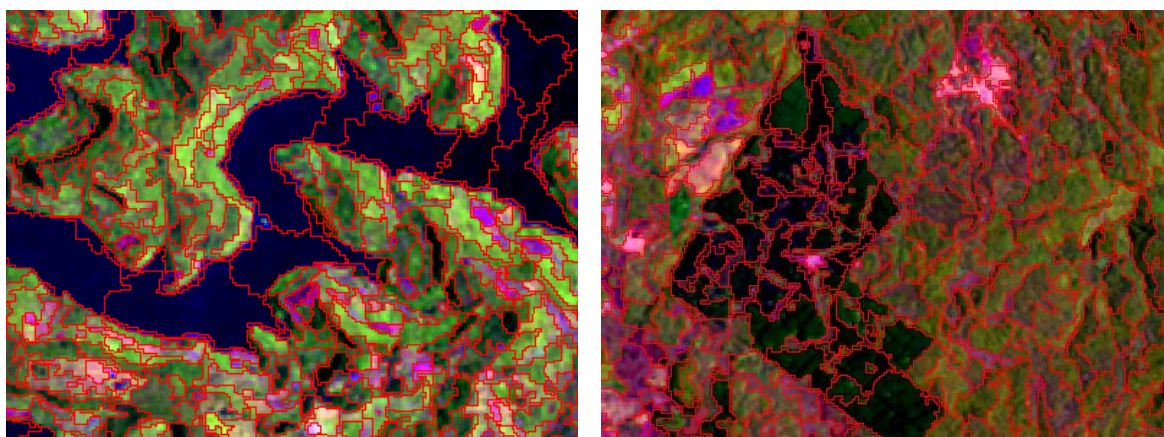
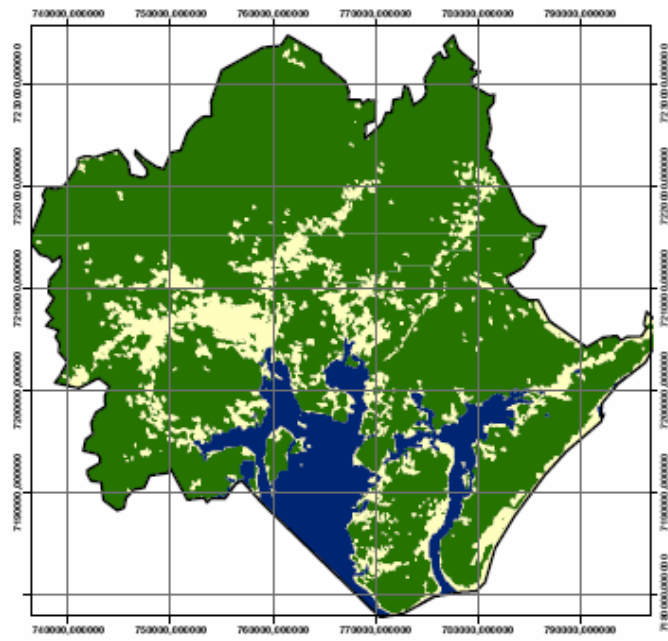


Figura 4 – Exemplo de áreas das imagens que foram segmentadas e os segmentos gerados.

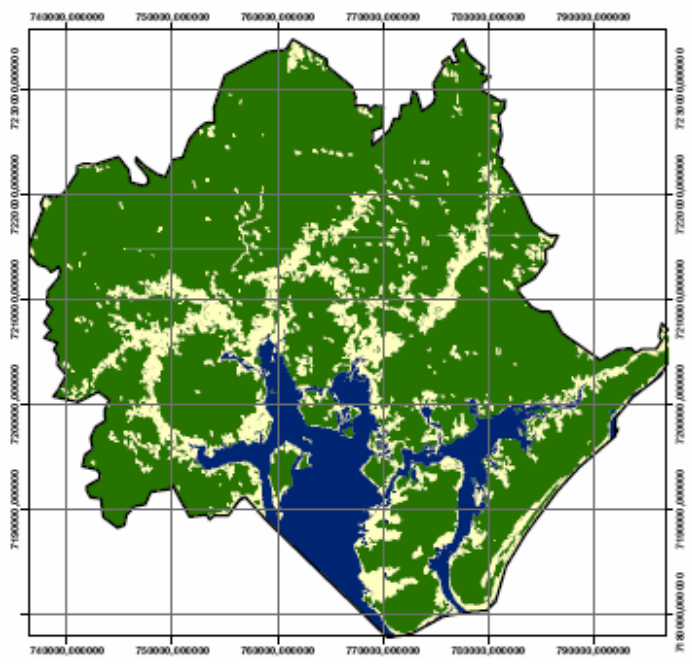
Cabe destacar também que muitas vezes, os métodos de classificação supervisionada para imagens de média resolução espacial, acabam apresentando baixos níveis de sucesso na classificação e, por este fato, a aplicação do método de classificação orientada ao objeto pode ser testada. Tem-se observado que muitas vezes este método acaba apresentando um bom desempenho para imagens de média resolução espacial podendo apresentar resultados mais satisfatórios do que os métodos tradicionais. Vale lembrar que não são todos os *softwares* de processamento digital de imagens (PDI) que possuem rotinas para a aplicação deste método acarretando assim, em uma menor difusão desta técnica.

Como pode ser observado na Figura 5 abaixo, o desempenho do método para a classificação das imagens dos anos de 2000 e 2006. Conforme se observa nestas classificações, é possível afirmar que no período de 6 anos, esta região apresentou mudanças temporais principalmente com a redução de áreas de vegetação nativa. Se observarmos a Tabela 1 que apresenta um resumo dos cálculos de áreas para as duas classes avaliadas. Analisando os números apresentados nesta, vê-se que 2.169,18 hectares foram alvo de mudanças no período compreendido entre os anos de 2000 e 2006. As mudanças apresentadas corresponderam a substituição da cobertura vegetal nativa para outros usos antrópicos.

Em termos gerais, pode-se dizer que, por mais que estas mudanças sejam pequenas em termos percentuais (1,07%) elas representam um número significativo em termos de área convertida. Ainda, como o município de Guaraqueçaba encontra-se integralmente dentro da APA de Guaraqueçaba, encontram-se ainda dentro dos limites do município a Estação Ecológica de Guaraqueçaba, o Parque Nacional de Superagüi e a RPPN de Salto Morato, as alterações apontadas dentro do município merecem atenção considerável.



(a)



(b)

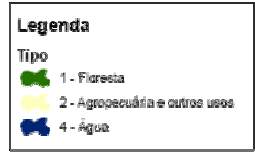


Figura 5 – Resultado das classificações para as imagens do satélite Landsat 5 TM. (a) Ano de 2000; (b) Ano de 2006.

Tabela 1 – Áreas em hectares do temas selecionados em 2000 e 2006

Classes	Áreas (ha) dos Anos Avaliados		Área das Mudanças Ocorridas (ha)	% Mudança
	2000	2006		
Agropecuária e Outros Usos	45.167,76	47.336,94	2.169,18	1,07%
Vegetação Nativa	157.382,91	155.213,73	-2.169,18	
Total	202.550,67	202.550,67	-	

É importante destacar que apesar das alterações terem se dado no interior do município acima descrito, não ocorreram nas áreas da maior parte das Unidades de Conservação, porém, poderão, com o tempo, proporcionar uma pressão sobre as mesmas e, por este fato, merecem a atenção da comunidade envolvida.

6 – Conclusão e Recomendação

Como conclusão deste trabalho, pode-se dizer que análise temporal entre 2000 e 2006 no município de Guaraqueçaba apontou a existência de supressão de vegetação nativa, totalizando 2.169,18 ha e aumento nos outros usos antrópicos no interior do mesmo.

Ainda, é uma conclusão importante deste trabalho que as técnicas aplicadas para avaliação neste estudo (por exemplo, a classificação orientada ao objeto aplicada as imagens de média resolução espacial) apresentaram um desempenho satisfatório e atenderam ao objetivo proposto inicialmente.

Como recomendação deste trabalho, fica a informação que precisa ser observada pelos órgãos competentes sobre as supressões de vegetação nativa e, caso elas não tenham sido alvo de licenciamento ambiental, recomenda-se atenção por parte dos mesmos tendo em vista as proximidades com as unidades de conservação anteriormente citadas.

7 – Bibliografia

ANTUNES, A. F. B.: *Classificação de Ambiente Ciliar Baseada em Orientação a Objeto em Imagens de Alta Resolução Espacial*. 2003. 147 p. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas) - Universidade Federal do Paraná, 2003.

ANTUNES, A. F. B. **Determinação da acurácia temática de dados oriundos da classificação digital de objetos por meio de lógica fuzzy**. In: XII SIMPOSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. Determinação da acurácia temática de dados oriundos da classificação digital de objetos por meio de lógica fuzzy. SJ dos Campos : INPE, 2005. p. 3451-3459.

Baatz, M.; Benz, U.; Dehghani, S.; Heynen, M.; Höltje, A.; Hofmann, P.; Lingenfelder, I.; Mimler, M.; Sohlbach, M.; Weber, M.; Willhauck, G. e-Cognition Professional User Guide 4. München, Germany: Definiens Imaging GmbH, 2004. 486 p.

Baatz, M.; Schape, A. Multiresolution segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. In: XII Angewandte Geographische Informationsverarbeitung, 2000, Wichmann-Verlag, Heidelberg.

BLASCHKE, T; HAY, G. **Object-oriented image analysis and scale-space: theory and methods for modelling and evaluating multiscale landscape structure**. Disponível em: www.definiens-imaging.com/documents/reference2002.htm. Acesso em junho 2007.

CAMPOS, M. A. A.: *Padrão e Dinâmica de Floresta Tropical, Através de Classificação Orientada a Objeto e Análise da Paisagem com Imagens Landsat*. 2005. 105 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 2005.

DARWISH, A., K. LEUKERT & W. REINHARDT, 2003. Image Segmentation for the Purpose of Object-Based Classification. Neubiberg: Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2003. Disponível em http://www.definiens.com/pdf/publications/FR07_1420.PDF>. Acesso em: outubro 2006.

ESTEVAM, E.A.: **Classificação de áreas de favelas a partir de imagens IKONOS: viabilidade de uso de uma abordagem orientada a objetos**. 2006. 132p. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Universidade estadual Paulista. <http://webgeo.pr.gov.br> visitado em 27/11/2006

MOLENAAR, M & CHENG T, **Fuzzy spatial objects and their dynamics**. ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing 2000, vol. 55, no 3 (32 ref.), pp. 164-175