

## Determinação de áreas de ocupação irregulares por meio de análise orientada a objetos

Alzir Felipe Buffara Antunes<sup>1</sup>  
Sony Caneparo Cortese<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná  
Departamento de Geomática – Curitiba-Pr  
Felipe@ufpr.br

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná  
Departamento de Geografia – Curitiba-Pr  
sony@ufpr.br

**Abstract:** This paper presents an attempt to detect informal settlements in protected zones (mangroves areas) by means of *FNEA* (*fractal net evolution approach*). The multiresolution segmentation can be used to detect and discriminate informal settlements from other land-use-forms by describing typical characteristics of color, texture, shape and context. The generated segments with topological relationships act as image objects whose physical and contextual characteristics can be described by means of fuzzy logic. Results of urban environment segmentation is shown in this paper using *eCognition*. to detect informal settlements from Quickbird high resolution image.

**Palavras Chaves:** Imagem de alta resolução, orientação a objeto, segmentação.

### 1- Introdução

Nos últimos anos, com o aumento da resolução espacial em imagens e o desenvolvimento de novos sistemas sensores, as aplicações de Sensoriamento Remoto em ambientes urbanos foram ampliadas. O mapeamento em grandes escalas, tão necessário no planejamento e monitoramento urbano, pode ser contemplado por estas imagens. As imagens isoladamente facilitam a atualização de bases cadastrais e, quando associadas a outras fontes de dados como mapas temáticos ou dados derivados de levantamentos com a varredura laser, possibilitam, principalmente em áreas urbanas, o monitoramento da dinâmica espaço-temporal, a detecção de áreas de ocupações irregulares, o estabelecimento de novas áreas para construções, estudos de impermeabilização solo, dentre outros. As imagens de alta resolução, como aquelas obtidas pelos sistemas Quickbird e Ikonos, se tornam cada vez mais necessárias aos gestores urbanos, como suporte para tomada de decisões técnicas.

O objetivo deste trabalho é avaliar a discriminação de ocupações irregulares ou aglomerados subnormais por meio de uma imagem QUICKBIRD segmentada em diferentes níveis hierárquicos.

## **2- As imagens de alta resolução e o ambiente urbano**

O incremento da resolução espacial também é responsável pelo aumento da variação espectral dentro de uma classe. Por exemplo, uma parcela de vegetação aparece como uma área espectralmente uniforme em uma imagem com pixel de 30m. Já em imagens com pixel em torno de 1m a quantidade de tonalidades aumenta devido à presença de sombras e às diferentes condições de iluminação no dossel. Embora tais problemas se tornem uma dificuldade para a extração de informações, por outro lado, o aumento da informação espacial permite uma descrição mais detalhada dos objetos e classes de interesse. Com maior detalhe espacial, é possível tomar os elementos de reconhecimento da fotointerpretação clássica, tais como: tonalidade, forma, padrão, densidade, textura, tamanho, sombra, posição geográfica e contexto. Os elementos de reconhecimento podem estar presentes ao nível de objetos e possibilitam analisar, por exemplo, a forma, o tamanho e orientação, bem como as relações espaciais entre objetos visíveis numa cena. Assim os objetos do ambiente urbano como ruas, habitações, e espaços a serem ocupados, entre outros, podem ser mais bem avaliados por meio dos elementos de forma, textura e contexto; conseqüentemente, estas análises podem ser focadas com maior eficiência quando se observa objetos como grupo de pixels com certo grau de homogeneidade. Surge assim, a necessidade da segmentação da imagem de forma a imitar os objetos vistos ou interpretados na cena pelo cérebro humano. A segmentação cognitiva não pode ser reproduzida na sua íntegra pelos algoritmos disponíveis, porém um modelo simplificado pode ser obtido através da técnica de segmentação multi-resolução *FNEA (fractal net evolution approach)* proposta no software ECOGNITION. A segmentação consiste em dividir a imagem em regiões ou segmentos, regiões da imagem que correspondam aos objetos ou partes deles. Cada segmento pode então ser descrito em termos espectrais, usando os valores médios ou a matriz de variância-covariância entre bandas, mas também pode ser descrito em termos espaciais, analisando a variação de seu contorno ou a distribuição dos pixels que o compõem.

## **3- Materiais e Método**

### **3.1- Materiais**

#### **3.1. 1- Área de Estudo**

Se, por um lado, nos bairros centrais de grandes concentrações urbanas o adensamento ocupacional resulta na edificação de prédios cada vez mais altos e a diminuição de áreas verdes e permeáveis, nas regiões de periferia um problema muito comum é a ocupação irregular de áreas de preservação permanente ou inadequadas para a urbanização. As imagens de alta resolução, neste caso, podem ser utilizadas para produzir a cartografia básica nestas regiões e conformar uma base para a solução de seus problemas.

Grande parte dos municípios brasileiros possui um elevado déficit habitacional, fazendo com que uma parcela significativa da população de baixa renda ocupe áreas de proteção ambiental ou em áreas insalubres. Ainda, muitos loteamentos não levam em conta a preservação ambiental, fundamental para o desenvolvimento sustentável.

A áreas da pesquisa é o município de Paranaguá que se localiza na planície costeira do Estado do Paraná, tendo como latitude e longitude do seu marco zero, respectivamente, 25° 18' 00" S e 48° 21' 00" W. Limita-se ao norte com a Baía de Paranaguá, ao sul com o município de Matinhos (PR), à leste com o município de Pontal do Paraná (PR) e a oeste com a Serra do Mar. Seu território estende-se por 826,65 km<sup>2</sup> sendo 665,83 km<sup>2</sup> de área continental e ilhas, e 160,82 km<sup>2</sup> que correspondem à água. Está situada a 91 km de Curitiba, capital do Estado do Paraná.

O seu território está dividido em duas zonas distintas a Unidade da Serra do Mar e a Unidade da Planície Litorânea. A unidade da planície litorânea encontra-se entremeada por canais de drenagem que correm em direção à baía, estes são na sua maioria margeados por manguezais. Esse ecossistema se caracteriza por sua fragilidade, visto que o manguezal é um ecossistema costeiro e de transição entre dois ambientes: o terrestre e o marinho, estando sujeito às inundações de marés. Típico de áreas tropicais, costeiras e abrigadas, é favorável à reprodução, à alimentação e à proteção de espécies animais. Estas características conferem ao manguezal o papel de transformador de nutrientes em matéria orgânica e gerador de bens e serviços. Por estas razões tornou-se um ecossistema de proteção integral.

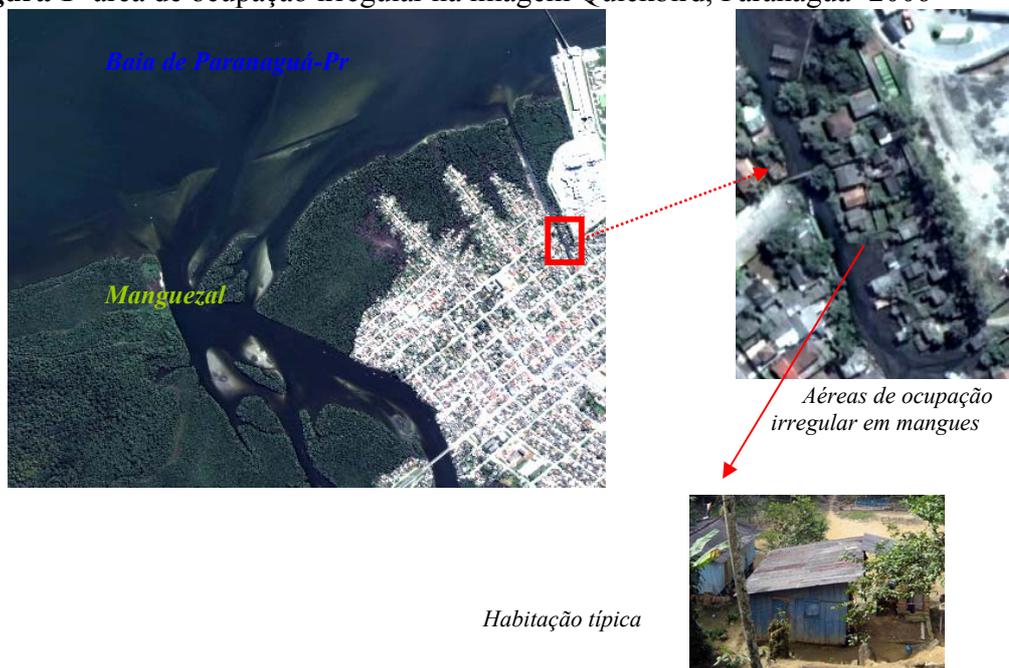
O ecossistema manguezal, principalmente na costa brasileira foi um dos primeiros ecossistemas a serem depredados, pela ocupação humana; sofreram interferências, aterros e invasões caóticas e desintegradas. Paranaguá, como cidade portuária, com um desenvolvimento econômico ligado principalmente aos ciclos pelos quais passou e passa seu porto, tem sua configuração espacial regulada por tal atividade. Assim aliando a situação econômica e o seu sítio, Paranaguá não fugiu à regra das demais cidades brasileiras no tocante à ocupação dos manguezais. Esses foram ocupados por populações de baixa renda, próximo às atividades portuárias e as de caráter essencialmente urbano.

Na figura 1, ocupações irregulares junto a zona de manguezal podem ser identificadas com ajuda de uma imagem Quickbird. Tendo em vista a relevância social e ambiental, é necessário propor soluções que facilitem o monitoramento e o planejamento da ocupação territorial em regiões próximas as aéreas consideradas como impróprias ou de preservação, evitando assim, crescimento desordenado, que acarretem riscos a sustentabilidade regional ou a própria saúde e qualidade de vida dos moradores.

### 3.2- Método

A metodologia proposta tem como objetivos: -auxiliar de maneira rápida e eficiente, os gestores e técnicos, a avaliar quantitativa e qualitativamente o avanço da ocupação sobre áreas de impróprias para a ocupação humana, tais como os manguezais; auxiliar na delimitação de áreas favoráveis à para ocupação urbana, podendo assim garantir não só o ordenamento territorial, mas também levar a infra-estrutura básica para tais áreas.

**Figura 1-** área de ocupação irregular na imagem Quickbird, Paranaguá- 2006

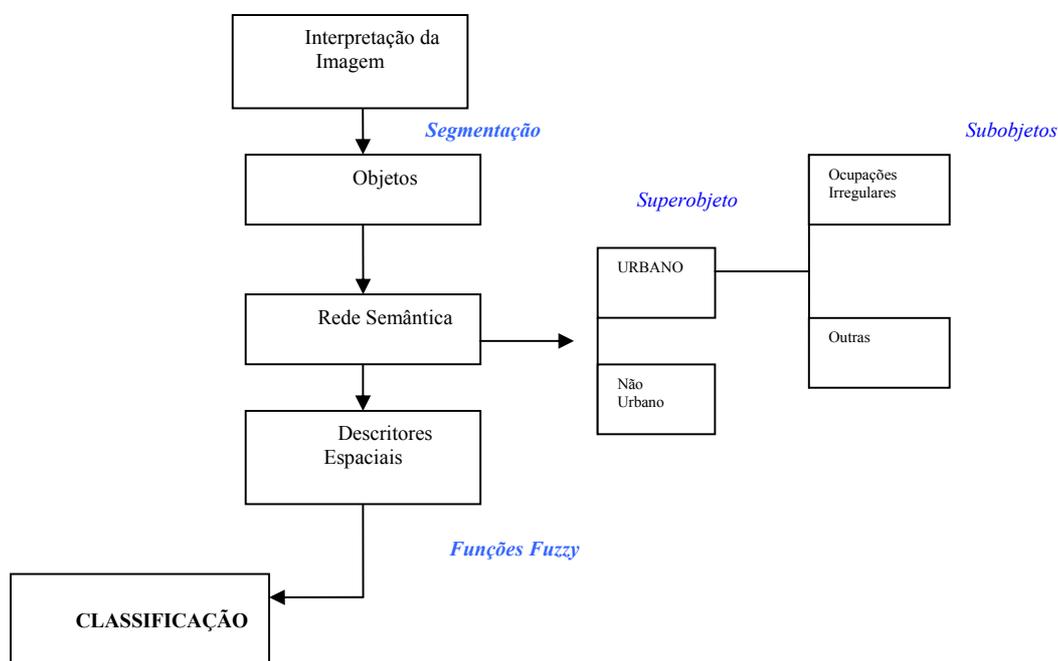


*Fonte: Imagem Quickbird, RGB imagem híbrida de 2006, resolução aproximada de 0,70 cm- imagem cedida pela Prefeitura Municipal de Paranaguá.*

A percepção humana é alicerçada no conhecimento prévio do espaço e na introspecção do observador. A representação do conhecimento pode ser vista em diferentes escalas de relacionamento. A visão do observador num primeiro momento do espaço é genérica, mas à medida que se observam mais detalhes, a complexidade cognitiva se amplia. Na generalização conceitual, o grau de relacionamento entre as feições depende da escala da observação, uma consequência direta do grau de detalhe do dado disponível (imagem) e do poder de interpretação e discriminação do observador.

No exemplo proposto o objetivo é mapear as ocupações irregulares em uma área em que não seriam permitidas construções, etapa 1 do fluxograma da figura 2. A introdução do conhecimento só pode ser efetivada após a segmentação da imagem e a geração de objetos relacionados, de acordo com o que foi sugerido por BLASCHKE et al. (2000). A segmentação de acordo com a etapa 2 do fluxograma, ocorreu em dois níveis (a) dos sub-objetos menores; (b) dos super-objetos maiores, baseado nas bandas multiespectrais do Quickbird (modelo híbrido ou fusionado, resolução aproximada de 0,70 cm) e informação temática de uso do solo. Os descritores utilizados foram espectrais e relacionamento entre objetos. Os descritores foram testados utilizando a estrutura hierárquica e o procedimento de especialização da cena (sentido crescente de detalhes a partir de diferentes níveis).

**Figura 2:** fluxograma do método proposto



Fonte: Adaptado de ANTUNES, 2003.

A fim de melhorar o desempenho do processo estratificação temática, adotou-se um número menor possível de descritores, visto que não era objetivo classificar cada moradia, mas sim a ocupação como um todo. Os parâmetros de contexto foram fundamentais para a extração da classe *Ocupação irregular ou informal* e outras ocupações urbanas. Desta maneira foi possível separar classes espectralmente próximas entre si. A possibilidade de modelagem da cena em diferentes escalas simultaneamente (níveis hierárquicos) permitiu uma análise explícita da estrutura contextual dos elementos da cena.

#### 4- Resultados

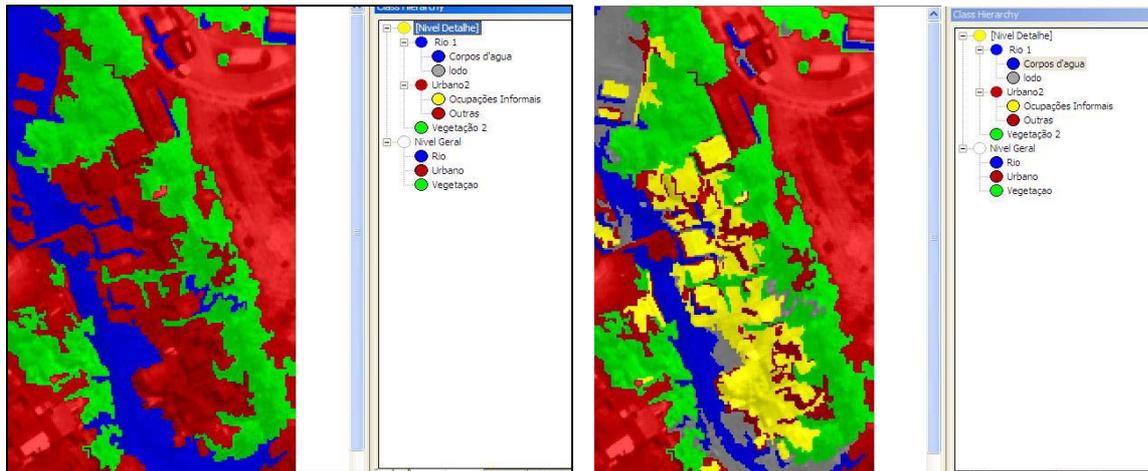
Graças à metodologia acima descrita pode-se chegar a uma classificação, onde se detectou as áreas de ocupação irregular ou informal, sobre o ecossistema privilegiado por lei, o manguezal, identificou-se que 95% das ocupações estão irregulares. Este breve estudo preliminar possibilitará ao município, uma rápida avaliação da situação dessas ocupações irregulares. No caso de Paranaguá esta área não está atualizada no cadastro técnico da prefeitura assim poder-se-ia posteriormente aliar este tipo de classificação ao cadastro multifinalitário.

A metodologia apresentada foi tecnicamente de interesse para classificação das ocupações de outros temas circunvizinhos, por permitir a inserção do conhecimento, de forma a contribuir para uma interpretação mais coerente da estrutura da cena e sua representação em diferentes níveis de generalização. Ressalta-se que esse tipo de análise

possibilitou avaliar a representação de entidades geográficas em diversos níveis de abstração, a partir de uma simples imagem multiespectral.

A figura 3 mostra o resultado da classificação hierárquica, com os seguintes elementos espaciais identificados: nível geral – rio, urbano e vegetação e no nível mais detalhado.

**Figura 3-** Resultado da classificação hierárquica



## 5- Considerações Finais

Considerando o que foi descrito neste trabalho pôde-se chegar às seguintes considerações:

- A otimização da extração de informação em imagem de alta resolução requer análises que transcendem o nível de pixel. Confirma-se o fato já recentemente comentado por muitos autores: a classificação baseada ao nível de pixel, seja por métodos paramétricos ou não paramétricos não permite fazer o amplo uso das potencialidades espectral e espacial no âmbito do ambiente urbano .
- A interpretação da imagem segmentada em termos espaciais é tão importante quanto a interpretação de seus dados multiespectrais, uma vez que as propriedades espaciais, tais como forma, tamanho e orientação, são relevantes para a discriminação de classes de objetos com propriedades espectrais similares, muito frequentes em ambientes urbanos. Os objetos da imagem, quando associados aos pixels que lhe deram origem, conduzem a uma percepção menos abstrata da cena;
- A segmentação da imagem em diferentes escalas ou níveis é a base para contextualizar superobjetos e subobjetos de maneira a introduzir uma estrutura que permite a inserção da hierarquia.
- O processo de especialização em diferentes níveis hierárquicos do ambiente urbano deve otimizar a discriminação de um maior número possível de classes a um nível mais geral. A quantidade de níveis hierárquicos deve ser proporcional à rede semântica definida *a priori*. Quando maior o conhecimento sobre o fenômeno geográfico melhor será o processo de classificação dos objetos;

- A metodologia aqui proposta torna-se um aliado aos planejadores ambientais, especialmente aos ligados ao setor urbano, não só para a identificação de áreas impróprias e ou irregulares de apropriação do espaço, como também na identificação de áreas com vocação à ocupação no interior do núcleo da cidade e na detecção de novas áreas propícias à urbanização.

Assim o processamento digital de imagens de satélite, além de ser uma ferramenta, pode ser tratado como uma metodologia indispensável quando se deseja obter informações que referenciem os problemas ambientais em sua expressão espacial (territorial), bem como, sua dinâmica temporal, possibilitando dimensionar precisamente e identificar o direcionamento da evolução dos fenômenos ambientais.

Os estudos relatados neste trabalho vêm se mostrando bastantes promissores e factíveis de implementação ao nível do usuário, pois permitem uma redução de trabalho de campo, melhoram a capacidade de entendimento da dinâmica dos fenômenos urbanos e por fim possibilitam a integração efetiva com o Sistema de Informação Geográfica.

## 6- Referências Bibliográficas

- ANTUNES, A.F.B, STURM, U. **Segmentação orientada a objeto aplicada ao monitoramento de ocupações irregulares em áreas de proteção ambiental**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia. 2005. <http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.18.10.03/doc/2019.pdf>
- ANTUNES, A.F.B. **Object oriented analysis and semantic network for high resolution image classification**. Boletim de Ciências Geodésicas. Volume 9, n 2, 2003. [www.ufpr.br/~felipe](http://www.ufpr.br/~felipe)
- BAATZ, M. & SCHÄPE, A. **Multiresolution segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation**. Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII, Edition Herbert Wichmann, Karlsruhe, p 12-23. 2000. <http://www.definiens-imaging.com/documents/reference2000.htm>.
- BLASCHKE, T. & STROBL, J. **What's wrong with pixels? Some recent developments interfacing remote sensing and GIS**. GIS 6/2001, Hüthig GmbH & Co. KG, Heidelberg. <http://www.definiens-imaging.com/documents/gis.htm>. 2001.
- CANEPARO, S. C. **Manguezais de Paranaguá: uma análise da dinâmica espacial 1952 – 1996**. Curitiba, 1999.289 f. : Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná).
- HOFMANN, P. **Detecting informal settlements from ikonos image data using methods of object oriented image analysis – an example from Cape Town (South Africa)** Disponível em [www.definiens.com/documents.pdf](http://www.definiens.com/documents.pdf), acesso março 2002b