

# NÍVEIS DE CONSOLIDAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Bruno Dias dos Santos<sup>1</sup>, Carolina Moutinho Duque de Pinho<sup>2</sup>, Tamires Barboza de Jesus<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, Avenida dos Estados, 5001 - Santo André/SP, bruno.dias@aluno.ufabc.edu.br

<sup>2</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, Avenida dos Estados, 5001 - Santo André/SP, carolina.pinho@ufabc.edu.br

<sup>3</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC, Avenida dos Estados, 5001 - Santo André/SP, tamires.barboza@ufabc.edu.br

## RESUMO

Este trabalho se dedicou a realizar uma classificação de assentamentos precários por meio da Análise de Imagem Baseada em Objetos Geográficos e definir níveis de consolidação dessas áreas. A área de estudo está localizada no ABC Paulista e apresenta um número significativo e muito diversificado de assentamentos precários em relação ao restante da região metropolitana. Foram realizadas segmentações e classificações em três níveis de análises, utilizando uma imagem Rapideye do ano de 2014 e Modelos Digitais de Superfície. Foram encontradas 1811 áreas precárias que foram, posteriormente, comparadas aos dados levantados pelo Diagnóstico Habitacional Regional do Grande ABC, elaborado em 2016.

**Palavras-chave** — assentamentos precários, GEOBIA, alta resolução espacial, planejamento urbano, urbanização.

## ABSTRACT

*This work was dedicated to perform a classification of precarious settlements by means of Image Analysis Based on Geographic Objects and define levels of consolidation of these areas. The study area is located in ABC Paulista and presents a significant and very diverse number of precarious settlements in relation to the rest of the metropolitan region. Segments and classifications were carried out at three levels of analysis, using a Rapideye image from the year 2014 and Digital Surface Models. We found 1811 precarious areas that were later compared to the data collected by the Regional Housing Diagnosis of the Grande ABC, prepared in 2016.*

**Key words** — precarious settlements, GEOBIA, high spatial resolution, urban planning, urbanization.

## 1. INTRODUÇÃO

O Diagnóstico Habitacional Regional do Grande ABC - DHRABC, foi produzido sob uma Cooperação Técnico-Científica firmada entre a Universidade Federal do ABC e o Consórcio Intermunicipal Grande ABC, com o

objetivo de identificar as necessidades habitacionais e compreender a intervenção governamental nos municípios.

De acordo com o DHRABC, no final de 2016, a Região do Grande ABC possuía 788 assentamentos precários, formados por favelas e loteamentos irregulares, que abrigavam 190.194 domicílios e correspondiam a 25% do total de domicílios do território, sendo esses assentamentos bastante variáveis em suas características como porte, localização, qualidade da ocupação e densidade do assentamento [1]. Denaldi [2], visando a urbanização de assentamentos precários, propõe uma classificação baseada em suas características físicas em dois níveis de consolidação: consolidado e não-consolidado, sendo o último subdividido em “consolidável” e “não-consolidável”.

O que define a condição de consolidação das áreas não-consolidadas, no futuro, é a existência de condições favoráveis à recuperação urbanística e ambiental e de reordenamento urbano, sendo isso baseado em características físicas que não estão explícitas em sua definição, mas que são facilmente identificáveis em fotografias aéreas e em imagens de satélite de alta resolução espacial, como o traçado e arborização do sistema viário, tamanho dos lotes e tipo do material de cobertura do telhado das edificações [3].

Neste sentido, visando identificar e caracterizar os assentamentos precários, este trabalho tem como objetivo propor uma metodologia de identificação baseada em técnicas de processamento digital de imagens com informações robustas e simples e dados de sensoriamento remoto de alta resolução espacial. Este trabalho visa, também, contribuir com a identificação de áreas de forma automatizada, ou seja, classificando as áreas que apresentem maiores características de assentamentos precários, resultando na diminuição das etapas de identificação e de trabalho manual.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo selecionada compreende-se a um quadrado de 652 km<sup>2</sup> centralizado na Região do Grande ABC Paulista, limitado pelo perímetro dos municípios, e refere-se à área coberta pela Imagem Rapideye (ID 2328108) do dia 30 de julho de 2014. Dentro dessa área, estão contidos 757

Assentamentos de Interesse Social mapeados pelo DHRABC.

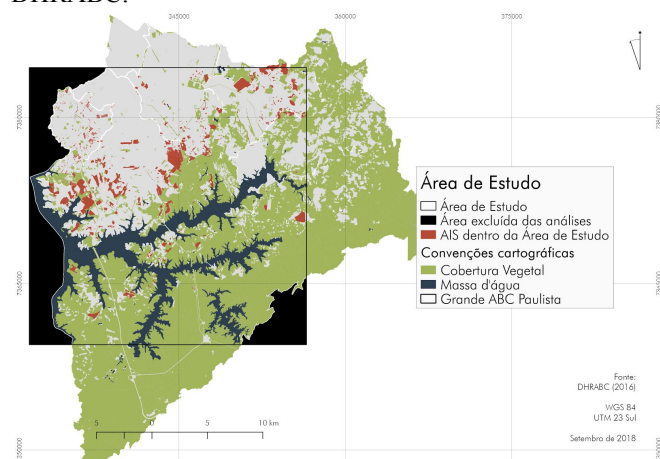


Figura 1. Área de Estudo.

A área de estudo pode ser visualizada na Figura 1, acima. Para o trabalho foram utilizados:

- Uma imagem Rapideye coincidindo com a área de trabalho, ID 2328108, do dia 30 de julho de 2014, com as bandas correspondentes às faixas do azul (440 - 510  $\mu\text{m}$ ), verde (520 - 590  $\mu\text{m}$ ), vermelho (630 - 685  $\mu\text{m}$ ), Red-Edge (690 - 730  $\mu\text{m}$ ) e Infravermelho próximo (760 - 850  $\mu\text{m}$ ), resolução espacial de 5m e resolução radiométrica de 12 bits;
- Modelos Digitais de Superfície 2010/2011 da EMLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano, de resolução espacial de 1 metro com cobertura para toda a área de estudo; e,
- Arquivos vetoriais, com destaque para os shapefiles da Área de Proteção de Mananciais (APM) da Represa Billings - elaborado pela EMLASA - e os Corpos d'Água - disponibilizado pela Secretaria de Meio Ambiente Estado de São Paulo - que foram empregados durante o processamento das imagens. Além de arquivos vetoriais para a geração dos mapas temáticos, como shapefile dos limites dos municípios, cobertura vegetal, entre outros.

Durante o trabalho, foram utilizados os softwares::

- ENVI 5.2 para a fase de pré-processamento das imagens;
- eCognition Developer 64 9.0 para a Análise de Imagens Baseada em Objetos Geográficos; e,
- QGIS 2.18 para a fase de pré-processamento das imagens e elaboração de mapas temáticos.

### 2.1. Pré-processamento

No software ENVI 5.2, a imagem multiespectral Rapideye passou por técnicas de álgebra de bandas – *band math* – para a criação das camadas de informação dos chamados NDVI – Normalized Difference Vegetation Index e NDRI – Normalized Difference Roof Index. O NDVI consiste na

divisão da banda do infravermelho (SWIR) pela banda do vermelho, de maneira normalizada, enquanto o NDRI consiste na divisão de maneira normalizada da banda correspondente ao vermelho pela azul. Enquanto o NDVI nos fornece informações da presença de vegetação numa determinada área, o NDRI ressalta áreas com telhados de cerâmica.

A partir do MDS da Emplasa foi gerada uma camada de Declividade, em porcentagem, no Software QGIS 2.18. No Envi, foi realizada a reclassificação do Raster de Declividade em 3 novas classes, de acordo com os intervalos definidos pelos critérios técnicos de fragilidade ao uso e ocupação do solo [4], de modo que:

- Declividades abaixo de 15% foram categorizadas na classe “Ocupação sem restrição” no que se refere à inclinação;
- Declividades entre 15 e 30% categorizadas como “Urbanização com restrição”; e,
- Declividades acima de 30%, consideradas como áreas bastante declivosas e de urbanização onerosa, foram agregadas na Classe “Urbanização muito complexa”. O resultado da classificação das declividades pode ser visualizado na Figura 2.

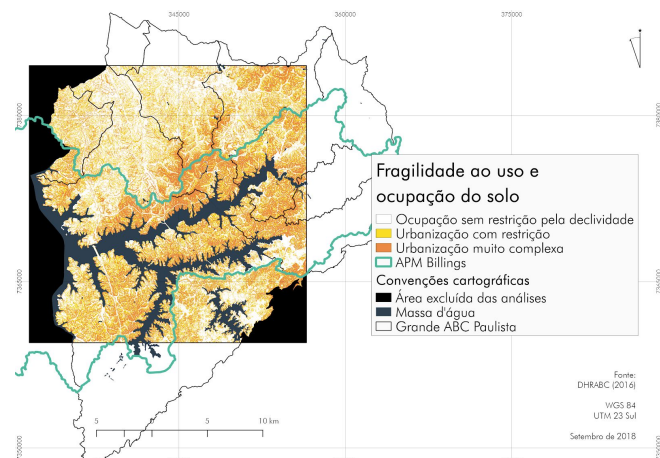


Figura 2. Fragilidade ao uso e ocupação do solo em relação à declividade.

### 2.2. Segmentação e Classificação

Procedendo de uma imagem digital é possível, por meio de algoritmos estatísticos, dividi-la em regiões uniformes - objetos - que devem corresponder a área de interesse. A chamada segmentação multi-resolução restringe os objetos que serão classificados pelo grau de detalhamento [5]. No presente trabalho, foi proposto uma Segmentação Multi-Resolução, e posteriormente uma classificação inicial de objetos geográficos que facilmente poderiam ser identificados como vegetação e massas d'água. A segmentação multi-resolução foi realizada com os parâmetros de escala igual a 120, forma igual a 0.5 e

compacidade igual a 0.1. Para a formação dos clusters, as camadas de entradas provenientes das bandas da Rapideye receberam peso 1, NDVI e NDRI peso 3 e a camada de declividade peso 0.

Realizada a segmentação, foram selecionadas as primeiras grandes classes do projeto: Grande Área Verde e Massa d'água, por meio das funções *fuzzy* e pela sobreposição com o shapefile de Massa d'água da Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo. Feito isso, essas duas classes foram fundidas (*merge*), enquanto o restante da imagem foi classificada como Grande Área Urbana - esta última também passou pelo *merge*.

A partir desse momento, a área classificada como urbana foi segmentada pelo método Chessboard Segmentation - uma segmentação simples que divide a imagem em objetos quadrangulares de tamanhos pré-definidos pelo usuário, sem delimitar os objetos dentro do segmento. A imagem foi dividida em 3 *Levels* de segmentação, o Level 3 foi o primeiro a ser criado, onde foram gerados quadrados de 200m de lado. No segundo level foram gerados quadrados com 50m de lado e primeiro level, com 25m.

Apesar da segmentação dos Levels terem sido criados do maior para o menor, a classificação das imagens se deu do menor - level 1 - para o maior, de maneira que a classificação dos levels superiores fossem determinadas pelas relações com os seus subobjetos.

A primeira classificação, consistiu numa identificação primordial de objetos de acordo com suas características espectrais de cada banda e das camadas de NDVI e NDRI. Conforme pode ser visualizado na Figura 3, foram identificadas 5 classes para o Level 1: Verdes - correspondem às áreas de vegetação não captadas na primeira classificação, como canteiros de rodovias e arborização viária; Vermelhos - áreas de alto valor de NDRI, como telhas de cerâmica e solo exposto; Brilhantes - telhados de alumínio e telhas de fibrocimento claras; Cinza escuro - asfaltos e fibrocimentos próximos à tonalidade do asfalto; e Cinza médio - correspondem aos telhados de fibrocimento, muito característicos de áreas precárias.

O Level 2 foi classificado com base na relação de área dos subobjetos, na qual foram geradas cinco classes, sendo elas: Áreas verdes, Alumínio e fibrocimento claro, Asfalto e fibrocimento escuro, Cerâmica e solo exposto e Fibrocimento, conforme mostra a Figura 4.

Por fim, o Level 3 - com base nas informações de seus subobjetos - foi classificado entre duas de áreas de precariedade: áreas densas que se encontram em áreas de proteção de mananciais ou com declividade restritiva à urbanização; e àquelas que apesar de não se encontrarem em área de restrição à ocupação, possuem a característica de serem altamente densas, de modo que mais de 70% do quadrante foi identificado como fibrocimento.

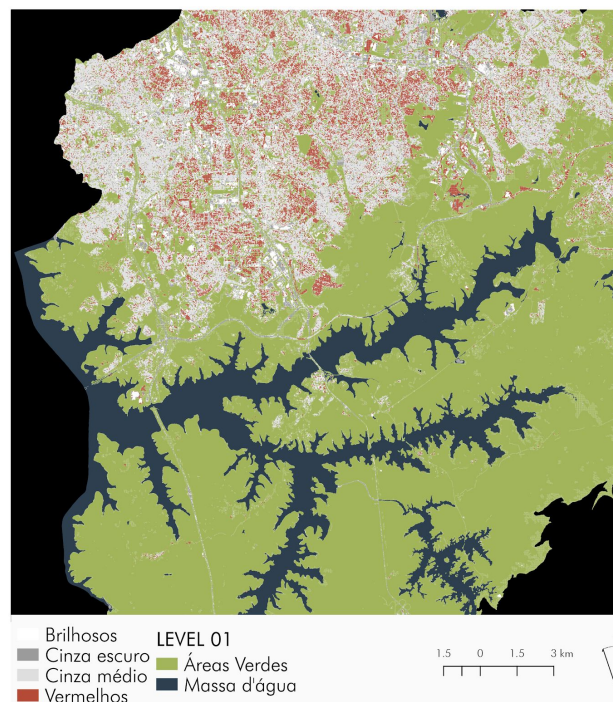
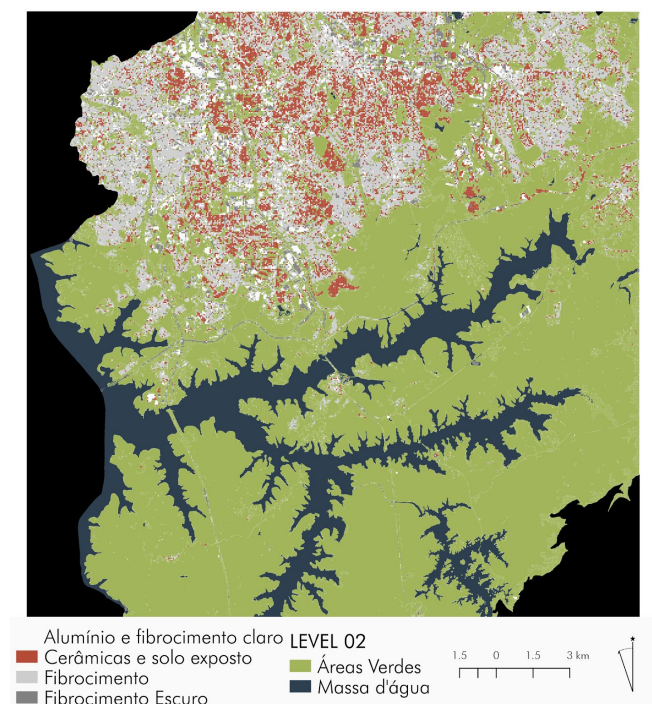


Figura 3. Classificação do Level 01.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classes de precariedade encontradas foram divididas em duas: Área de Precariedade Consolidada e Área de Precariedade Consolidável, em consonância à classificação proposta por Denaldi [2]. Não foi proposta uma classe de Áreas não-consolidáveis, pois (a) seriam necessárias informações além dos dados obtidos por sensoriamento remoto, como identificação de áreas com restrição ou proteção normativa ambiental-urbana; (b) o entendimento de que a classificação de uma área como não-consolidável - muito mais do que as outras - necessita de visitas *in-loco* para avaliar as condições da ocupação; e (c) a preocupação em justificar e expor comunidades ao risco de deslocamentos involuntários, já que esses núcleos são objetos de intervenção do tipo “remoção total” e “reassentamento”, muitas vezes realizadas pelo próprio poder público de maneira bastante contestável, impactando principalmente populações em situação de vulnerabilidade social.

Dentre os 757 assentamentos precários mapeados pelo DHRABC, 506 deles (o que corresponde a 67%) foram mapeados em alguma escala pelo método proposto no presente trabalho. No total, foram levantadas 1811 polígonos precários em nossa classificação, com destaque para os Municípios de Mauá e Diadema. Esses dois municípios concentram alta densidade demográfica e de edificações que, de modo geral, são mais precárias do que às dos outros municípios do Grande ABC.



**Figura 4. Classificação do Level 02.**

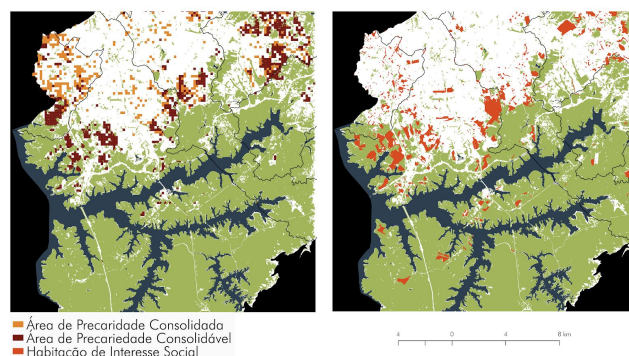
Conforme pode ser visualizado na Figura 5, de acordo com a Classificação proposta, mais áreas seriam classificadas como precárias do que em comparação aos dados levantados pelo DHRABC, o que pode ser respondido por: (a) a possibilidade de existir uma tendência dos municípios de subdimensionarem suas áreas precárias - já que uma vez demarcadas como tal, automaticamente necessitarão de algum nível de intervenção municipal e/ou (b) a necessidade de usar dados complementares às imagens de satélite como informações provenientes do Censo Demográfico, de companhias de saneamento ambiental e de distribuição de energia elétrica.

Também pode-se perceber que dentro da APRM Billings não foram identificadas tantas áreas de precariedade quanto no DHRABC, isso se dá em virtude de boa parte da área ter sido classificada como Grande Área de Vegetação ainda na primeira classificação. Por fim, a escolha da Segmentação Chessboard foi bem sucedida, pois facilitou traçar relações entre sub e superobjetos, fazendo com os que objetos fossem associados de maneira clara em mais de uma escala de análise.

## 5. CONCLUSÕES

O uso de sensoriamento remoto aplicado à identificação de áreas precárias pode vir a ser um complemento aos trabalhos dos municípios, da mesma maneira que já vem sendo utilizado em outras frentes do planejamento urbano-ambiental, como na análise de aptidão de uso do

solo e inferência populacional. As imagens de satélite permitem o monitoramento sistemático, já que a área imageada - muito provavelmente - será recoberta e registrada pelo satélite novamente.



**Figura 5. Áreas de Precariedade identificadas comparadas aos Assentamentos de Interesse Social (DHRABC).**

Se adotadas pelo poder público, as técnicas de Análise de Imagem Baseada em Objetos Geográficos - como a proposta neste trabalho - podem facilitar a identificação desses núcleos urbanos precários e possibilitar a projeção de intervenções que melhorem a vida dos moradores dessas regiões, transformando a situação de vulnerabilidade social e promovendo a melhoria na qualidade das moradias.

## 6. REFERÊNCIAS

- [1] CIGABC CONSORCIO INTERMUNICIPAL GRANDE ABC; DENALDI, R et al (2016). Diagnóstico Habitacional Regional do ABC. Relatório. São Bernardo do Campo: UFABC.
- [2] DENALDI, R. Assentamentos Precários: identificação, caracterização e tipos de intervenção. In: BRASIL. Ministério das Cidades (Org). Planos Locais de Habitação de Interesse Social. Brasília: Ministério das Cidades, 2009.
- [3] SANTOS, B. D. ; PINHO, C. M. D. . Análise de imagens de alta resolução espacial baseada em objetos para classificação de assentamentos precários. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2017, Santos. XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos, 2017.
- [4] CUNHA, Marcio Angelieri; FARAH, Flávio; CERRI, Leandro Eugênio. Manual de ocupação de encostas. São Paulo: IPT, 1991.
- [5] PINHO, C.M.D. Análise orientada a objetos de imagens de satélite de alta resolução espacial aplicada à classificação de cobertura do solo no espaço intra-urbano: o caso de São José dos Campos - SP. 2005. 179 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2005.