

Análise de imagens de alta resolução espacial baseada em objetos para classificação de assentamentos precários

Bruno Dias dos Santos
Carolina Moutinho Duque de Pinho

Universidade Federal do ABC - UFABC
CEP 09210-580 - Santo André - SP, Brasil
bruno.dias@aluno.ufabc.edu.br, carolina.pinho@ufabc.edu.br

Abstract. This work is dedicated to performing an interpretation of high spatial resolution images to identify communities in danger of evictions and is part of the research project entitled "Observatório de Remoções". The study area is located in São Bernardo do Campo - SP and presents a significant and very diverse number of precarious settlements in relation to the rest of the municipality. We chose to work with the category of precarious settlements because they represent well the characteristics that translate the socio-environmental vulnerability of areas normally impacted by evictions. An interpretation key based on the elements of images was developed by color, context, texture, shape and size. The interpretation keys that were obtained in this work characterize the precarious settlements of São Bernardo do Campo in an authentic and safe way and we expected that they facilitate the process of classification of images via GEOBIA.

Palavras-chave: precarious settlements, elements of image interpretation, eviction, high spatial resolution, GEOBIA, assentamentos precários, elementos de fotointerpretação, remoção urbana, alta resolução espacial.

1. Introdução

De acordo com o Ministério das Cidades (2010), os assentamentos precários são porções do território urbano de grandeza e tipologias variáveis, mantendo em comum o fato de serem áreas de uso predominantemente residencial e de serem ocupadas por moradores - em sua maioria - de baixa renda, que exercem múltiplas estratégias para viabilizar, de modo autônomo, soluções para suas necessidades habitacionais, em consequência do não acesso à moradia pelo Estado e pelas vias do Mercado.

Essas áreas também podem ter inúmeras precariedades nas condições de moradia, tais como: a irregularidade fundiária; ausência de infraestrutura de saneamento ambiental; localização em áreas mal servidas por sistema de transporte e equipamentos sociais; terrenos sujeitos a risco geotécnicos e alagáveis; adensamento populacional excessivo, insalubridade e fragilidade construtiva da habitação.

A tipologia adotada pelo Ministério das Cidades (2010) engloba inúmeras categorias, com destaque para: os cortiços, as favelas, os loteamento irregulares de baixa renda e os conjuntos habitacionais produzidos pelo poder público que se acham degradados.

Denaldi (2009) propõe uma classificação dos assentamentos precários, que agrupa todas as categorias levantadas pelo Ministério das Cidades, objetivando identificar tipos de assentamento, necessidades habitacionais, intervenções necessárias e tendo como base as suas características físicas, sendo os assentamentos classificados em "consolidados" - já integrados urbanisticamente e dotados de infraestrutura básica - e assentamentos "não consolidados", sendo o último subdividido em "consolidáveis" - podendo ou não ter remoções das famílias moradoras - e "não consolidáveis" - requerem uma intervenção do tipo "remoção" e reassentamento em novas áreas. Ainda segundo a autora, o que define a condição de consolidação no futuro das áreas não consolidadas em sua proposta é a existência de condições favoráveis de recuperação urbanística e ambiental e de reordenamento urbano, como abertura ou readequação do sistema viário, implantação de infraestrutura básica e regulação urbanística do parcelamento do solo. Algumas dessas condições são facilmente

identificáveis em imagem de 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.

Fundamentado na experiência de Denaldi (2009), partimos da hipótese que podemos estabelecer uma chave de interpretação de imagens visando o grau de consolidação de um assentamento precário, e utilizaremos os dados de sensoriamento remoto para identificar as características físicas relevantes desses assentamentos numa área do município de São Bernardo do Campo - SP. Este estudo insere-se no grupo de pesquisa intitulado “Observatório de Remoções”, contribuindo na frente de trabalho de mapeamento.

1.1 O Observatório de Remoções

O presente trabalho insere-se no projeto de pesquisa intitulado “Observatório de Remoções” que reúne pesquisadores da USP, UFABC e UNILA e que tem por objetivo identificar e mapear regiões e grupos de grande vulnerabilidade socioambiental impactados por remoções involuntárias decorrentes da implantação de grandes projetos urbanos em áreas com grande concentração de favelas, loteamentos irregulares e clandestinos (cortiços e ocupações) nas cidades de São Paulo, Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema e Mauá.

O Observatório de Remoções é estruturado a partir de quatro frentes de trabalho – ações colaborativas, mapeamento, articulação e multiplicação da metodologia, na qual a presente proposta contribuirá na frente de trabalho de mapeamento propondo, ao fim de todas as etapas, uma tipologia nos níveis de consolidação dos assentamentos precários ameaçados por remoções, a partir das características físicas observáveis destes assentamentos em imagens de sensoriamento remoto de alta resolução espacial.

1.2 Plano Local de Habitação de Interesse Social

O Plano Local de Habitação de Interesse Social - PLHIS - tem como objetivo suscitar o planejamento das atuações do setor habitacional de forma a assegurar o acesso à moradia digna, regulamentar a manifestação dos agentes sociais sobre habitação de interesse social e a integração das três esferas de governo. É um instrumento importante de articulação entre a ação em favelas e as políticas habitacionais municipais, estaduais e nacional.

Em 2010, o município de São Bernardo do Campo, no ABC paulista, elaborou o seu PLHIS para o horizonte temporal de 2010 a 2025 e tinha como uma de suas finalidades conhecer o problema habitacional da cidade e caracterizar a precariedade habitacional. O município identificou 261 assentamentos precários e/ou irregulares, classificadas em 6 tipologias elencadas em consideração da infraestrutura implantada, padrão das edificações e nível de consolidação do parcelamento. As 6 tipologias foram definidas de forma a organizar problemáticas habitacionais semelhantes e entender as intervenções - que vão desde a regularização fundiária até a remoção total - demandadas por cada tipologia problema.

1.3 Área de estudo

A área de estudo se restringe um quadrado com área de 25km², conforme pode ser visualizado na Figura 1, situado na porção norte de São Bernardo do Campo, dentro da Macrozona Urbana Consolidada, na Macro-região conhecida como Montanhão, divisa com Santo André e que de acordo com o PLHIS (2012) possui um dos piores Índices Paulistas de Vulnerabilidade Social do município.

O montanhão é a macro-região com a maior quantidade de assentamentos precários, 69 em seu total, todos eles favelas e loteamentos irregulares fora da área de manancial

determinada pela Represa Billings e com assentamentos bem diversos nas tipologias definidas no PLHIS.

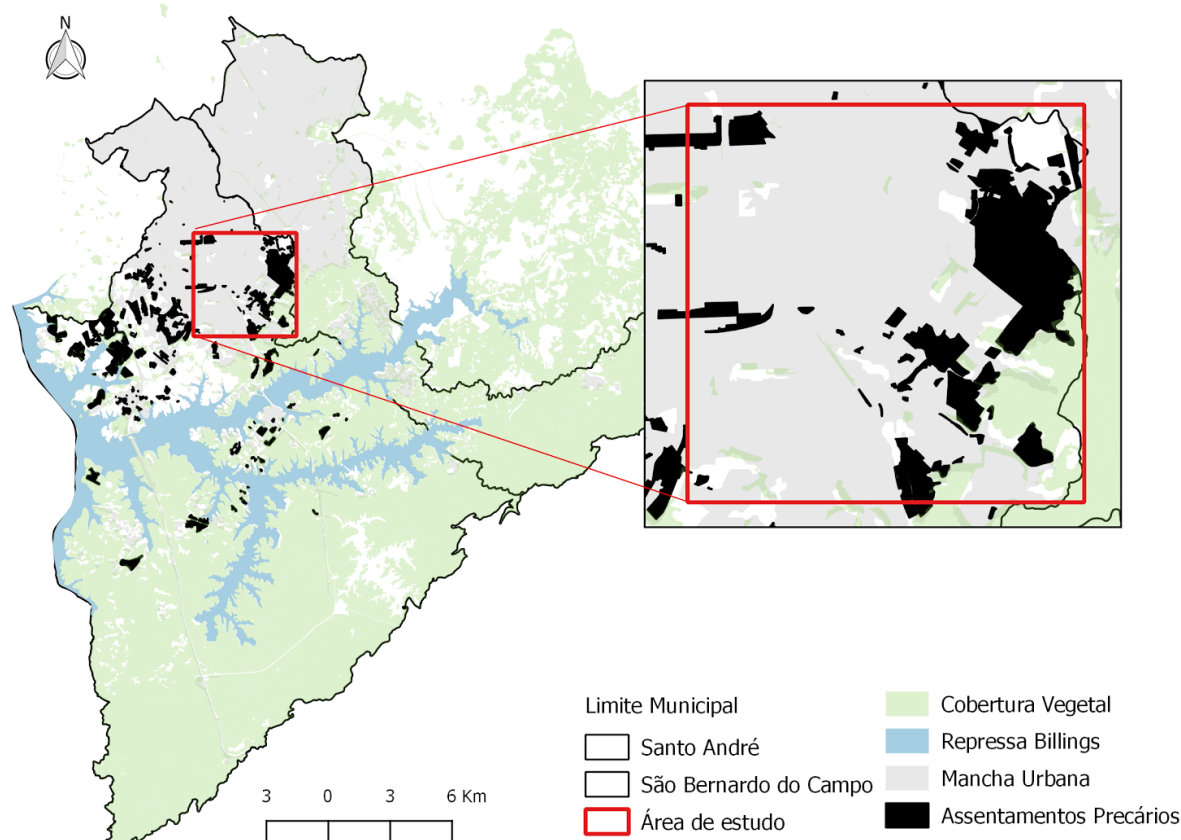


Figura 1: Localização da área de estudo no município de São Bernardo do Campo.

2. Metodologia de trabalho

2.1 Material Utilizado

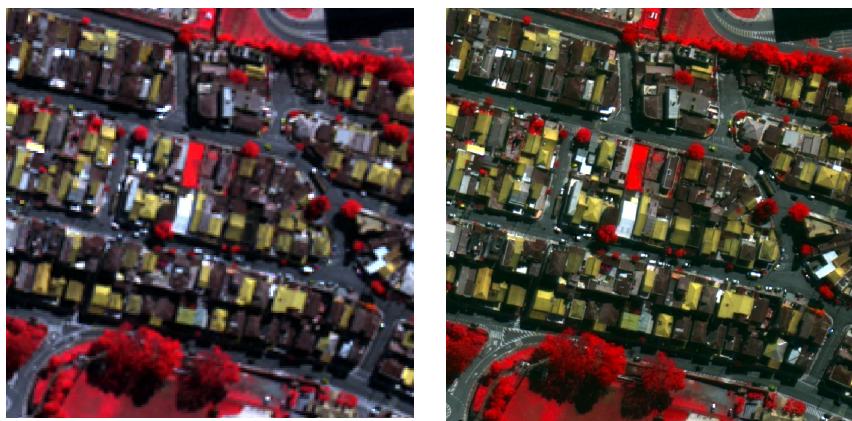
Para o trabalho foi utilizado uma imagem Worldview 3 da área de trabalho escolhida, adquirida em 30/08/2015, uma pancromática com resolução espectral 0,3m e outra multiespectral com resolução 0,6m e com 8 bandas: banda 1 (coastal blue), banda 2 (azul), banda 3 (verde), banda 4 (amarelo), banda 5 (vermelho), banda 6 (red edge), banda 7 (infravermelho próximo 1) e banda 8 (infravermelho próximo 2); e Ortofotos da EMPLASA, ano de 2010 em composição natural, de São Bernardo do Campo e com resolução espacial de 1 metro. Os materiais utilizados para processamento da imagem foram:

- Software ENVI 5.2 para a preparação da imagem Worldview 3;
- Software QGis 2.14.8 para elaboração de mapas temáticos;
- Raster do Modelo Digital de Elevação da EMPLASA, ano de 2010, em formato .tiff.

2.2 Preparação da imagem

Um processo de fusão foi realizada sobre as imagens. Fusão de imagens é a operação que combina imagens diferentes com o objetivo de se obter um produto sintético final de melhor qualidade. O método de fusão utilizado neste trabalho foi o Principais Componentes, que primeiramente realiza a transformação das bandas multiespectrais em um mesmo número de componentes independentes (Pinho, 2005). A primeira componente principal (CP1) é

substituída pela banda pancromática e em seguida é realizada uma transformação inversa. A comparação de uma composição colorida entre imagem fusionada e a imagem não fusionada pode ser visualizada na Figura 2 abaixo.



(a) Composição colorida 753 com imagem não fusionada.

(b) Composição colorida 753 com imagem fusionada.

Figura 2: Comparação de uma composição colorida entre imagem fusionada e a imagem não fusionada.



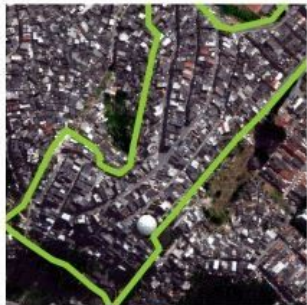


3. Resultados e discussões

Buscando identificar feições em imagens e determinar o significado de cada uma, foram elaboradas chaves de interpretação de imagem. As chaves, definidas em função dos elementos de interpretação, ajudam na leitura das feições presentes em uma imagem. Os assentamentos precários dentro da área de estudo, com base na imagem Worldview 3, foram analisados em comparação com as 6 tipologias levantadas no PLHIS de São Bernardo do Campo e por meio dos elementos de interpretação: cor, tamanho, forma, localização/contexto e textura; e depois foram validados em relação ao restante do município tendo como base as ortofotos da EMPLASA. O resultado das chaves de interpretação, podem ser observadas nas Tabela 1.

Neste contexto a utilização de imagens orbitais de sensores remotos de alta resolução espacial para a extração de informações a respeito dos assentamentos, como a imagem Worldview 3 utilizada neste trabalho e também as ortofotos da EMPLASA, constitui-se em uma importante ferramenta para o projeto, pois estas imagens oferecem informações detalhadas a respeito do espaço intraurbano. Dessa maneira, para a continuidade do projeto, também serão analisadas as imagens de satélite de alta resolução espacial que estão sendo disponibilizadas por meio do Catálogo de Imagens de Satélite, administrado pelo INPE. As imagens fazem parte da constelação de satélites SPOT (imagens de alta resolução espacial, de 1,5m) e Pleiades (imagens de altíssima resolução espacial, de 0,5m).

Este trabalho surge como uma importante ferramenta para uma próxima etapa de pesquisa, que visa elaborar uma tipologia dos níveis de consolidação de comunidades afetadas por remoções urbanas a partir de dados de sensoriamento remoto. Para isso, será utilizada a técnica conhecida como GEOBIA - Análise de Imagens Baseada em Objetos Geográficos - que se consolidou na década de 2000 como uma alternativa eficiente na classificação de cobertura do solo em áreas urbanas apresentando bons resultados quanto à exatidão temática (Pinho, 2005; e Novack 2009).

Tabela 1: Chaves de interpretação de imagem dos assentamentos precários de São Bernardo do Campo.

Tipo	Amostra (Escala 1:8000)	Cor (532)	Localização / Contexto	Forma, tamanho e textura
1 e 6		Telhados predominantemente cinza escuro (telhas de amianto) e asfalto com variações de cinza. Presença de telha de cerâmica em tons de laranja.	Localizada dentro de quadras, áreas planas.	Tamanhos variáveis de assentamento. Casas com cobertura de telhado numa média de 15 a 20 metros de extensão. A organização dos lotes é geométrica, com arruamento bem definido. Parecido com bairros formais vizinhos.
2		Telhados predominantemente cinza escuro (telhas de amianto) e asfalto com variações de cinza. Presença de telha de cerâmica em tons de laranja. Falta de cobertura vegetal no interior do assentamento.	Localizada dentro de quadras com declividade média de 15 a 30°.	Tamanhos variáveis de assentamentos, textura parecido com bairros formais, quadras e arruamento bem definidos. Casas com cobertura de telhado numa média de 15 metros de extensão.
3		Telhados predominantemente cinza escuro (telhas de amianto) e asfalto com variações de cinza.	Localizada dentro de quadras com declividade média de 30 a 45°.	Tamanhos variáveis de assentamentos, quadras sem geometria bem definidas e ruas sinuosas. Casas com cobertura de telhado numa média de 15 a 10 metros de extensão.
4		Telhados predominantemente cinza escuro (telhas de amianto) e presença de telhas de amianto brancas.	Áreas de grande declividade - acima de 30° - e próximo a encostas. Muitos deles localizados ao lado de outro assentamento da mesma tipologia, ou de assentamentos tipologia 3.	Grandes assentamentos e com textura rugosa. Ruas sinuosas e quadras mal definidas. Casas com cobertura de telhado numa média de 10 metros de extensão.
5		Telhados predominantemente cinza escuro (telhas de amianto) e presença de telhas de amianto brancas.	Áreas de grande declividade (30 a 45°), próximo a encostas, ocupando áreas recentemente vazias como praças públicas e também áreas próximas a grandes rodovias e grandes galpões	Grandes assentamentos e com textura rugosa. Poucas vias de acesso ao interior do assentamento. Casas com cobertura menores de 10 metros de extensão.

A abordagem GEOBIA é uma alternativa para suplantar a limitação dos classificadores “pixel-a-pixel” - restritos para imagens que não captam detalhes de cenas

muito heterogêneas e com grande variação interna das classes -, visto que utilizam informações topológicas e geométricas no processo de classificação, e que considera elementos de imagem além da informação espectral, como cor, forma, textura, contexto e relacionamento entre os objetos geográficos - feições do terreno que podem ser reconhecidas no domínio da imagem (Pinho, 2005).

4. Conclusões

Os elementos de interpretação, quando bem explorados, nos permitem extrair muitas informações de uma imagem de satélite. As chaves de interpretação de imagem, por sua vez, possibilitam uma melhor leitura das feições presentes em uma imagem. As chaves de interpretação que foram obtidas neste trabalho, caracterizam os assentamentos precários de São Bernardo do Campo numa forma autêntica e segura. Podem servir por si só, como um instrumento para os gestores da área de habitação do município.

É importante dizer, que uma boa chave de interpretação não depende apenas dos elementos de imagem, mas também de outros fatores qualitativos do intérprete, como a experiência e conhecimento do observador sobre a área estudada. Depende também da disponibilidade para trabalhos de campo, importantes para validar as chaves elaboradas. Um outro fator importante, é a resolução espacial e as composições coloridas das imagens que servirão de base do estudo.

Espera-se, na continuidade desse trabalho, que as chaves de interpretação facilite o processo de classificação de imagens via GEOBIA, não somente para a área de estudo, mas sim para todo o município, cooperando para a elaboração de uma tipologia dos níveis de consolidação de comunidades afetadas por remoções urbanas. Para isso, trabalharemos com uma classificação com dois níveis hierárquicos, o primeiro deles focando nos objetos e o segundo em formato celular. O formato celular se explica devido aos assentamentos precários não possuírem um padrão espacial bem definido e por possibilitarem comparações com imagens de resoluções temporais diferentes.

A proposta é realizar tanto a segmentação nos dois diferentes níveis, como também a classificação utilizando softwares livres, pensando na replicabilidade da pesquisa por parte dos técnicos municipais e outros pesquisadores.

Espera-se também, que as chaves de interpretação de imagens e a classificação dos níveis de consolidação das comunidades afetadas por remoções urbanas nos forneça informações que auxiliem nas análises do Observatório de Remoções e ajude na consolidação do direito à moradia para as populações afetadas nos processos de remoção.

Agradecimentos

Aos amigos e pesquisadores do Observatório de Remoções pelas motivações semanais. À SEHAB de São Bernardo do Campo pelos dados cedidos e a empresa Digitalglobe pela imagem Worldview 3 cedida para a produção deste trabalho. Também agradeço a Fundação Ford e a FUSP pelo financiamento da bolsa de iniciação científica, imprescindível para o projeto.

Referências Bibliográficas

Denaldi, R. "Plano de ação integrada em assentamentos precários." **Ações Integradas de Urbanização de Assentamentos Precários**. Brasília/São Paulo: Ministério das Cidades/Aliança das Cidades (2009): 139-174.mar. 2009.

Jensen, J.R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

Novack, T. (2009). **Classificação da cobertura da terra e do uso do solo urbano utilizando o sistema InterIMAGE e imagens do sensor QuickBird. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto.** São José dos Campos (Brazil), 2009: National Institute for Space Research. Disponível em: <<http://mtc-m18.sid.inpe.br/rep/sid.inpe.br/mtcm18@80/2009/08.31.21.23>>. Acesso em: set. 2016.

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.

SÃO BERNARDO DO CAMPO (2012). **PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO INTERESSE SOCIAL DE SÃO BERNARDO DO CAMPO.** 2010 - 2025. Secretaria de Habitação. Disponível em <http://sihisb.saobernardo.sp.gov.br/sihisb/arquivos/PLHIS_Sao-Bernardo-do-Campo_2010_2025.pdf>. Acesso em: set. 2016.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2010). **Guia para o Mapeamento e Caracterização de Assentamentos Precários.** Secretaria Nacional de Habitação. Disponível em <http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNH/ArquivosPDF/Publicacoes/Mapeamento_Ass_Precarios.pdf> Acesso em: set. 2016.