

Sensoriamento remoto de alta resolução espacial na caracterização de assentamentos informais¹

Admilson da Penha Pachêco², Rodrigo Mikosz Gonçalves³, Eduardo Rodrigues Viana de Lima⁴ y Alex Garcia Ximenes Quintans⁵

RESUMO

O crescimento acelerado do processo de expansão urbana gera situações de vulnerabilidade socioambiental através do surgimento de assentamentos espontâneos, os quais são ocupados por populações de baixa renda. Os assentamentos informais são manifestações físicas e espaciais da pobreza urbana e da desigualdade intra-urbana. Sua generalização nos países subdesenvolvidos está relacionada ao processo de "urbanização da pobreza". O sensoriamento remoto possibilita uma visão espacial da cidade e dos processos modificadores que impactam o meio ambiente e degrada a qualidade de vida urbanística, fornecendo informações para facilitar a tomada de decisão no planejamento urbano. O presente trabalho tem como objetivo estabelecer uma metodologia baseada na análise orientada a objeto, aplicada em imagens de satélite de alta resolução espacial, para caracterizar as áreas de assentamentos informais. Uma discussão teórica sobre a urbanização e os assentamentos informais faz parte da introdução deste trabalho. O estudo foi realizado no Bairro dos Ipês no município de João Pessoa/PB/Brasil. A área total classificada pelos assentamentos informais foi de 29.342 m², que representa 1,6% da área total do bairro. A metodologia mostrou-se eficiente na identificação de áreas de assentamentos informais, servindo como instrumento à atualização cadastral e planejamento urbano.

Palavras chaves: urbanização, sensoriamento remoto, assentamentos informais, análise baseada em objeto.

ABSTRACT

The accelerated process of urban development in Brazil sometimes generates social and environmental vulnerability through spontaneous settlements, which are inhabited by low-income populations. Informal settlements are physical manifestations of urban poverty and intra-urban inequality. This generalization in underdeveloped countries is related to the process of "poverty urbanization". Remote sensing provides a spatial view of the city and the temporal processes that impact the environment and degrade the quality of urban life. This kind of information is essential for providing base-line information for urban decision makers. The present work aims to establish a methodology based on object-oriented analysis, applied to high spatial resolution satellite images (QuickBird) in order to characterize informal settlements. The introduction includes a theoretical discussion on urbanization and informal settlements. The study was conducted in the Ipês neighborhood in the João Pessoa district of the Paraíba State, Brazil. The total area classified as substandard settlements was 29,342 m², which represents 1.6% of the total area of this neighborhood. The methodology proved to be effective in identifying irregular areas, and is an important tool for cadastral information updating and urban planning.

Key words: urbanization, remote sensing, informal settlements, object-based analysis.

¹ Artículo recibido el 15 de diciembre de 2012, aceptado el 30 de mayo de 2013 y corregido el 27 de julio de 2013

² Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco (Brasil).
E-mail: pacheco3p@gmail.com

³ Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco (Brasil).
E-mail: rodrigo.mikosz@ufpe.br

⁴ Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba (Brasil).
E-mail: eduvianalima@gmail.com

⁵ Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco (Brasil).
E-mail: alexgeo1403@gmail.com

A urbanização nos países periféricos é considerada recente tendo iniciada a partir da década de 1950, se comparado com os países ricos onde esse processo iniciou ainda no século XVIII. Desde o início a urbanização nos países periféricos ocorre o crescimento desordenado das cidades, causado pelo intenso fluxo migratório da população rural para as cidades. Embora as áreas urbanas ocupem uma porção relativamente pequena da superfície terrestre, sua extensão, distribuição e evolução têm grande impacto no meio ambiente e na dinâmica sócio-econômica mundial (Small, 2005; Cursach *et al.*, 2012). Jacquín *et al.* (2008), definem a expansão urbana como extensão das áreas metropolitanas dentro de paisagens rurais. A urbanização é considerada a maior força condutora das mudanças climáticas, mas este processo não é nem uniforme, tampouco constante (Catalán *et al.*, 2008).

Na América Latina o processo de urbanização decorreu mediante aos investimentos na infra-estrutura para realizar reformas urbanas para fins estéticos e sanitário, o que resultou na expulsão dos menos favorecidos para as áreas periféricas (Costa & Hernández, 2010). Os investimentos dos governos latino-americanos foram direcionados para o crescimento econômico. Como pode ser visto em Quiñones & Díaz (2010), a melhoria das estradas, sistemas de transporte e infraestrutura foram direcionados para crescimento econômico e aumento dos fluxos de bens e pessoas. O resultado dessa política capitalista neoliberal é uma população segregada socio-espacialmente, forçadas a procurar áreas periféricas, devido à falta de acesso aos lotes ou unidades de aluguel nas regiões mais centrais da cidade. Nestes locais o Estado oferece pouco ou nenhuma infraestrutura, contribuindo para o surgimento de assentamentos informais, ilegais e precários.

Davis (2006) comenta que na maioria dos países subdesenvolvidos a urbanização se desligou do crescimento econômico, e que o “novo proletariado informal” nunca será empregado e incorporado pela economia produtiva formal do capitalismo financeiro e neoliberal. Neste contexto, observa-se na América Latina conforme Arriagada (2011) uma tendência à “urbanização da

pobreza”, onde de seis a cada dez pobres habitam áreas urbanas. As favelas são manifestações físicas e espaciais da pobreza urbana e da desigualdade intra-urbana, e a sua generalização nos países subdesenvolvidos deve-se ao processo de “urbanização da pobreza” (Un-habitat, 2003). PNDU (2005) propõem alternativas para impedir a formação de novos assentamentos precários através de políticas preventiva em favor de grupos de baixa renda e medidas que ofereçam soluções de habitação e desenvolvimento urbano formal.

Segundo ONU-habitat (2012) a urbanização na América Latina pode ser contextualizada conforme as seguintes considerações:

- a) América Latina é considerada uma das regiões mais urbanizadas do mundo, embora uma das menos povoadas em relação ao seu território. Quase 80% da sua população vive em cidades, uma proporção maior do que os grupos de países mais desenvolvidos. O crescimento da população e processos de urbanização no passado foram muito rápidos. Atualmente, a evolução demográfica das cidades tende a ser limitada pelo crescimento natural;
- b) O número de cidades aumentou seis vezes em 50 anos. Metade da população urbana vive em cidades com menos de 500 mil habitantes e 14% em megacidades. O progresso no acesso a água, saneamento e outros serviços têm aumentado a atratividade das cidades intermediárias, apontando para um sistema mais equilibrado de cidades;
- c) A migração do êxodo rural para a cidade perdeu peso na maioria dos países. As migrações são agora mais complexas e ocorrem principalmente entre cidades, às vezes através de fronteiras internacionais. Os movimentos populacionais relevantes dentro das cidades, entre o centro da cidade e sua periferia, e entre centros urbanos secundários;
- d) A expansão urbana tem causado muitas cidades transbordarem seus limites administrativos de seus municípios e absorverem fisicamente outros através da conurbação urbana. Como resultado surgiram áreas urbanas de grande terra,

muitas vezes formalizadas em uma área metropolitana composta por vários municípios e com intensa atividade em todos os âmbitos.

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe - CEPAL (2013) projeta que a região finalizará este ano com 167 milhões de pessoas em situação de pobreza, um milhão de pessoas a menos que em 2011, o que equivale a 28,8% dos habitantes da região. O número de pessoas em extrema pobreza ou indigência se manterá estável em 2012, somando 66 milhões, o mesmo número apresentado em 2011. A pobreza na América Latina seguirá sua tendência à queda, ainda que a um ritmo menor ao observado nos últimos anos, graças às projeções de crescimento econômico positivo e inflação moderada para 2012 na região, resume o Relatório *"Panorama Social da América Latina 2012"*, apresentado na sede da CEPAL em Santiago, Chile (ONU BR, 2013).

Na região da América Latina, onde a taxa de urbanização é maior do que nos países em desenvolvimento, a Organização das Nações Unidas (ONU) estima um aumento da população em favelas de 134 milhões no ano 2000 para 162 milhões até o ano de 2020 de acordo com o modelo atuais (TOVAR, 2010).

Considerações sobre Assentamentos Informais

Com base no conceito estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) UN-Habitat (2003), assentamentos informais são áreas onde os grupos de unidades habitacionais foram construídos em terras públicas ou particulares de forma ilegal, moradias não planejadas e áreas onde a habitação não está em conformidade com o planejamento atual e regulamentos de construção. Existe, na realidade, uma vasta gama de terminologias que diferenciam "favela", "ocupação subnormal" e "assentamento subnormal". Estes termos são usados para se referir às habitações ou ao conjunto delas que são relegadas às populações mais desfavorecidas.

Esse tipo de habitação é comum em alguns países latinos e africanos, porém recebem outras denominações. Na Colômbia e na Venezuela são chamados de "barrios" ou "subúrbios", na Argentina são conhecidos como "villa miseria", em Moçambique "caniços" e "barriadas" no Peru, entre muitos outros como por exemplo: *slum* (favela), *shanty* (cabana), *squatter* (posseiros), *settlement* (assentamento), *informal housing* (habitação informal) e *low income community* (comunidade de baixa renda), (Davis, 2006). Não há uma diferença apenas na terminologia, mas em alguns países, o processo de localização e o tipo de habitação seguem uma tendência diferente da brasileira. Esta heterogeneidade está relacionada com os processos econômicos e sociais em cada país, em cada área, e as políticas sociais e urbanas implementadas.

No Brasil a divergência na definição desse tipo de ocupação entre instituições de pesquisa e de gestão. Devido aos critérios usados por órgãos governamentais de planejamento têm se tornado confuso os números referentes à quantidade de favelas. Contudo pode-se adotar uma definição mais ampla definida por Candia (2005) na qual é citada em outros trabalhos como Azócar García *et al.* (2010); Kanitscheider (2007) e Castro (2011):

"conjunto de edificaciones preferentemente destinadas a viviendas, construidas por sus ocupantes con técnicas y métodos no convencionales, en terrenos ocupados ilegalmente, que presentan condiciones ambientales deficientes, que carecen de servicios básicos de infraestructura y de equipamiento comunitario y en donde reside un subconjunto de la población urbana que vive en condiciones de pobreza, con un alto grado de precariedad y de insatisfacción en cuanto a niveles de vida y necesidades básicas».

Tendo em vista a ampla gama de conceitos e da dificuldade de delimitar apenas um para a presente pesquisa, propôs-se um novo, que mescle os já difundidos com as características dos assentamentos informais da cidade de João Pessoa. Para tanto, neste trabalho o termo assentamentos informais, será

sinônimo dos termos aglomerado subnormal, favelas e Zona de Especial Interesse Social, para denominar o conjunto de habitações de acordo com os seguintes critérios:

- a) Ocupação ilegal da terra, ou seja, construção em terrenos de propriedade alheia (pública ou particular) no momento atual ou em período recente (obtenção do título de propriedade do terreno há dez anos ou menos);
- b) Possuir pelo menos uma das seguintes características:
 - urbanização fora dos padrões vigentes - refletido por vias de circulação estreitas e de alinhamento irregular, lotes de tamanhos e formas desiguais e construções não regularizadas por órgãos públicos;
 - precariedade de serviços públicos essenciais.
- c) Divergência com o código ambiental.

A proliferação de formas de ilegalidade nas cidades, especialmente no contexto cada vez mais significativa da economia informal é uma das principais consequências do processo de exclusão e segregação sócio-espacial que tem caracterizado o intenso crescimento urbano nos países em desenvolvimento (Costa & Hernandez, 2010).

O crescimento não controlado da população e a urbanização rápida em países em desenvolvimento têm grande impacto no meio ambiente (Cursach *et al.*, 2012; Maktav, 2005).

É importante ressaltar o conceito de risco ambiental de Aneas de Castro (2000):

“El riesgo ambiental es una circunstancia de La existencia social cuya naturaleza y significado depende de la experiencia, Del desarrollo socioeconómico y de las estrategias con que se enfrentan los peligros”.

A vulnerabilidade das cidades contra as ameaças climáticas, epidemias e atividades geológicas depende de fatores externos, como a preparação para resolvê-los. Em geral, as favelas são particularmente vulneráveis por causa de suas deficiências, localização,

infra-estrutura e serviços e como o perfil sócio-econômico e cultural de seus habitantes (UN-Habitat, 2012). Segundo Un-Habitat (2012) desastres causados por fenômenos naturais afetaram cerca de 160 milhões de pessoas na América Latina e no Caribe nas últimas três décadas. Entre 1970 e 2009, quase 130 mil pessoas morreram de desastres em doze países. Os Prejuízos econômicos foram de 356 milhões de dólares, e destes, 60% foram resultantes de eventos climáticos.

Com a aprovação da Lei Federal brasileira N° 11.977, instituindo o Programa Minha Casa, Minha Vida, a regularização de assentamentos já consolidados tornou-se um dos meios da política de acesso à moradia do governo federal brasileiro (BRASIL, 2009). As diretrizes dessa lei Federal visam corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente e a população. Ao mesmo tempo visa o gerenciamento na oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados aos interesses e necessidades da população.

Segundo Da Mata *et al.* (2008) as regiões Norte e Nordeste do Brasil são as áreas mais pobres do país, portanto poder-se-ia inferir que as cidades das mesmas teriam uma maior taxa de formação de favelas *vis-à-vis* o resto do país. Dados destes autores mostram que foi uma das regiões mais ricas do País, a Sudeste, que apresentou a maior taxa de formação de favelas e de crescimento da população que habita os assentamentos informais. A região Nordeste apareceu com a segunda maior grandeza (Da Mata *et al.*, 2008).

Extração de informações espaciais a partir do sensoriamento remoto de alta resolução

A utilização do sensoriamento remoto pode auxiliar na aplicação dos novos instrumentos de política urbana, priorizando a função social da propriedade e do direito à cidade através da geração de dados e identificação de áreas irregulares (Kohli *et al.*, 2012). A constante evolução do sensoriamento re-

moto tem possibilitado a detecção de alvos cada vez menores devido à melhoria da resolução espacial (geométrica) e radiométrica. A resolução geométrica dos sistemas sensores orbitais atuais permite fornecer detalhes espaciais compatíveis com a cartografia urbana para escalas entre 1:2.500 e 1:100.000.

Os sensores com capacidade de resolução submétrica, tais como os utilizados nos satélites Ikonos (1m), *QuickBird* (0,61m), *GeoEye-1* (0,41m) e *WorldView-1 e 2* (0,46 m), têm sido utilizados para o mapeamento urbano (Aminipouri, 2009; Durieux et al., 2008).

Os métodos tradicionais de classificação *pixel-a-pixel* ou por região (segmentação), apresentam limitações na identificação com fidelidade de áreas heterogêneas, quando utilizados em imagens de alta resolução, como, por exemplo, no caso do uso do solo intra-urbano. Neste exemplo a maior dificuldade é devida a semelhança do comportamento espectral de diferentes materiais da superfície urbana.

Para solucionar este problema, diversos autores têm adotado com sucesso uma nova abordagem de processamento denominada análise de imagem baseada em objeto (*Object-Based Image Analysis – OBIA*), que se diferencia de outras técnicas automáticas e semi-automáticas de classificação por não analisar o *pixel* separadamente, levando em conta também a textura, as relações espaciais e a geometria visando modelar o conhecimento do foto-intérprete (Baatz & Schäpe, 2000; Zhong et al., 2005; Kong, 2006; Chubey et al., 2006; Yan et al., 2006; Hofmann et al., 2008; Bens et al., 2009; Blaschke, 2010). Essa abordagem de certa forma visa aproximar as técnicas de processamento e extração de informações com o raciocínio humano, ou seja, com a forma de pensar e de reconhecer padrões que intuitivamente adotamos ao interpretar uma imagem ou apreciar uma paisagem (Baatz & Schäpe, 2000).

Em busca de um processo capaz de delimitar os objetos contidos em uma imagem de alta resolução espacial próximo ao raciocínio humano, criou-se um método de delineamento denominado *segmentação multirresolução* (Zhong et al., 2005). A técnica empregada

pela segmentação multirresolução realiza o agrupamento de *pixels* com características espectrais semelhantes, analisando o tamanho, a homogeneidade espectral, a homogeneidade espacial e a forma do objeto (Chubey et al., 2006). O objetivo básico do processo de segmentação é gerar objetos tão significativos quanto possível. Isto implica que a forma de cada objeto em questão necessita, idealmente, ser representada por um objeto proveniente da segmentação. Segundo Yan et al. (2006), a acurácia da segmentação afeta diretamente o desempenho da classificação.

Os objetos com características semelhantes são agrupados em classes, e estas são organizadas em forma de rede hierárquica, onde as classes de um nível podem herdar características de um nível superior. Durante o processo de classificação dos objetos de uma imagem, dois fatores devem ser considerados: os descritores dos objetos que permitem o processo de diferenciação de cada classe e o classificador a ser utilizado (Zhang & Maxwell, 2006). O conceito de classificação hierárquica é aplicado, relacionando os objetos através do conhecimento inserido pelo especialista. Ressalta-se a aplicação da lógica *fuzzy* para o conhecimento do mundo real, através de parâmetros que podem ser espectrais e de forma (Goncalves et al., 2007).

Segundo Hay & Castilla (2008), a abordagem orientada a objetos possui vantagens em relação aos modelos tradicionais de classificação de imagens: pelo fato dos elementos considerados não serem os *pixels* isolados, mas grupos deles (regiões de *pixels*). Os autores afirmam que se obtém um aumento significativo no número de variáveis consideradas na classificação, pois além das informações espectrais, torna-se possível descrever cada região usando parâmetros em relação à forma do objeto (área, altura, largura, densidade, altura da borda, entre outros), à textura, às relações entre objetos vizinhos, entre outros.

Este modelo de segmentação permite utilizar diferentes sensores de forma combinada diminuindo as confusões entre classes, detalhes desta técnica podem ser encontrados em Geneletti & Gorte (2009), que utilizaram uma

imagem pancromática de uma ortofoto para classificação da cobertura do solo no norte da Itália.

Segundo Chubey *et al.* (2006), uma das vantagens da análise orientada a objeto é a multiplicidade de informações adicionais que podem ser derivadas de uma imagem-objeto em relação àquelas disponíveis em *pixels* individuais. Somando-se à informação baseada nas características espectrais tem-se a informação baseada no tamanho do objeto, forma e contexto que podem ser calculadas numa hierarquia de multi-níveis. Outra vantagem dessa técnica é a possibilidade de usar informações temáticas, por exemplo, arquivos vetoriais de ruas e quadras para auxiliar na classificação das imagens de satélite (Benz *et al.*, 2009; Zhou, 2008). Deste modo a classificação baseada em objeto supera as limitações espectrais das imagens de alta resolução e confusões de classes na extração das informações.

Frauman & Wolff (2005) com o objetivo de estudar a evolução da urbanização na cidade de Bruxelas (Bélgica), utilizaram imagens IKONOS, de 2000, e *QuickBird*, de 2003, para detectar áreas que sofreram alteração no uso do solo neste intervalo de tempo, por meio da classificação orientada a objeto.

Bruzzone (2006) em um trabalho desenvolvido para a criação de um sistema de classificação baseado em contexto multiníveis para imagens de alta resolução espacial, enfoca que a classificação orientada a objeto e/ou estratégias multiníveis/multiescala é baseada no sistema de comportamento humano na interpretação visual de dados. Nesta abordagem cada imagem é composta de objetos de diferentes dimensões e formas inter-relacionados. Assim, cada objeto pode ser modelado pela forma e por medidas topológicas que podem ser utilizadas e integradas com características espectrais para melhorar a acurácia da classificação.

Rocha (2007) estabeleceu uma metodologia de classificação orientada a objetos com imagens *QuickBird* do município de Piraquara/PR/Brasil, a partir da utilização do *software eCognition*, para identificar e

avaliar o crescimento de áreas de ocupação irregular. Os resultados foram apresentados na forma de um mapa temático das áreas ocupadas e não ocupadas e nestas últimas o estágio do sistema viário e adensamento das edificações.

Antunes & Cortese (2007) realizaram estudo no município de Paranaguá/PR/Brasil com objetivo de avaliar a discriminação de ocupações de assentamentos informais. A metodologia envolveu o uso de imagem *QuickBird* segmentada em diferentes níveis hierárquicos e permitiu a detecção de áreas de ocupação irregulares em manguezais. Neste contexto foi possível observar que 95% das ocupações urbanas na região estavam irregulares.

Conforme Lee & Lathrop (2006) o aumento de pesquisas em estudos de mapeamentos de coberturas urbanas decorre da preocupação com a urbanização dispersa de áreas metropolitanas. Os autores ressaltam o potencial do sensoriamento remoto em estudos urbanos com a utilização de imagens de média resolução espacial com métodos de análise de subpixels e/ou imagens de alta resolução espacial (menor que 5 metros) com técnicas sofisticadas de segmentação e classificação orientada a objeto.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estabelecer uma metodologia baseada na análise orientada a objeto, aplicada em imagens de satélite de alta resolução espacial (*QuickBird*), para caracterizar as áreas de assentamentos informais. O estudo foi realizado no Bairro dos Ipês no município de João Pessoa /Paraíba/Brasil. Os resultados gerados por essa classificação permitiram elaborar um produto cartográfico capaz de localizar e quantificar este tipo de moradia, fornecendo assim um instrumento para o estudo da dinâmica urbana.

Panorama dos assentamento informais no município de João Pessoa/PB/Brasil

O município de João Pessoa está localizado na porção Leste do Estado da Paraíba,

com coordenadas geográficas 7° 6' 59" de Latitude Sul e 34° 51' 47" de Longitude Oeste (Figura Nº 1). Encontra-se inserido na Mesorregião da Mata Paraibana, mais precisamente, na Microrregião de João Pessoa. Limita-se, ao norte, com o município de Cabedelo (18 km); ao sul com o município do Conde (13 km); a oeste com os municípios de Bayeux (6 km) e Santa Rita (12 km); e a leste com o Oceano Atlântico. Segundo o IBGE (2010), sua área é de 211 km², que representa 0,37% da área do Estado. O relevo da capital paraibana apresenta encostas, tabuleiro e planície costeira. Sua altitude média corresponde a 37 metros em relação ao nível do mar, com a máxima de 74 metros.

O aumento populacional urbano ocorrido em João Pessoa tem provocado um problema, que diz respeito à evolução populacional e expansão dos assentamentos informais. Nos dados do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2012), o município possuía 723.515 habitan-

tes em 242.248 domicílios. Segundo Nascimento (2012), João Pessoa tem 101 áreas com características de aglomerados subnormais, dos 65 bairros 40 deles tem esse tipo de habitação, as quais abrigam uma população de 126.800 pessoas (19% da população da cidade) ocupando 24.735 domicílios. Em Quadro Nº 1 elaborado pela Secretaria de Desenvolvimento Social – SEDES do município de João Pessoa são apresentadas os dados temporais para o ano de 2000 e 2005, indicando o número de aglomerados, os bairros aglomerados, a população e a porcentagem de habitantes residentes em aglomerados. Neste município entre 1991 e 2000 verificou-se um aumento de 265% da população em assentamentos informais, sendo considerado este o segundo maior valor do Brasil. Observa-se na Quadro Nº 1, que esse valor continua a expandindo, quando compara-se os dados numéricos entre 2000 e 2005, obtendo-se um aumento considerado significativo em todos os itens.

Quadro Nº 1
Evolução recente das áreas de interesse social e sua população

Ano	Nº de aglomerados	Bairros com aglomerados	População em aglomerados	% habitantes aglomerados
2000	99	40	111.557	18,7
2005	209	49	150.000	23,1

Fonte: SEDES/PMJP (2005).

Os assentamentos informais geralmente ocupam áreas de risco entre elas: áreas inundáveis, áreas sujeitas a deslizamentos ou desabamentos, áreas com riscos de contaminação e áreas próximas as linhas de transmissão de alta tensão, entre outras.

Segundo Nascimento (2012) A maior parte das favelas ocupam uma área de um até cinco hectares e possuem de 101 até 500 domicílios. Em relação à tipologia construtiva, todas as favelas possuem habitação em alve-

naria. Os assentamentos informais possuem água, energia elétrica e iluminação pública. Em João Pessoa, as favelas diferem bastante das encontradas nas metrópoles brasileiras, e até mesmo em outras cidades do seu porte, porque, entre outros aspectos, elas possuem menores dimensões, não ocupam morros e se assemelham aos bairros formais. As principais favelas foram estabelecidas na década de 1980, poucas surgiram depois, ocorrendo a expansão e adensamento das já existentes.

A Quadro N° 2 apresenta informações a respeito do bairro dos Ipês, local selecionado para estudo pertencente à cidade de João Pes-

soa, onde estão divididos os assentamentos subnormais pelo nome, população e número de domicílios.

Quadro N° 2
Assentamentos Subnormais

Bairro	Assentamentos subnormais	População	Domicílio
Bairro Dos Ipês	Tancredo Neves/ Mangue	480	110
	Ipês II	3.750	840
	Total das Favelas	4.230	950
	Total do Bairro	5.891	1.731
	Total Geral	10.121	2.681

Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Social – SEDES/PMJP (2000).

Análise morfológica dos assentamentos informais e elaboração da classificação orientada a objeto

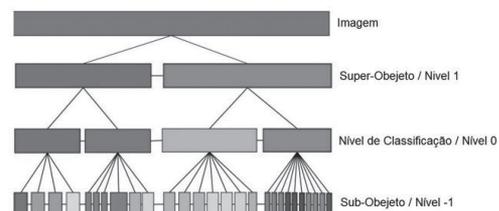
Neste item são apresentados os materiais (imagens, bases cartográficas digitais e programas) utilizados, bem como a metodologia adotada na pesquisa. Foram utilizados os seguintes materiais e dados:

- *Imagem QuickBird*; tipo *Standard - Pan-sharpened*, ou seja, multi-espectral, com 2,40m de resolução espacial e 3 bandas (azul, verde, vermelho) fusionadas com uma banda pancromática, com 0,60 m de resolução espacial. A imagem foi obtida em 20 de janeiro de 2008, com ângulo *off-nadir* de 7,0° e resolução radiométrica de 16 bits (embora os *pixels* só estejam distribuídos no intervalo de 256 níveis de cinza).
- *Arquivos vetoriais no formato shapefile (.shp)* provenientes do banco de dados da Prefeitura Municipal de João Pessoa - PMJP (2008), que foram utilizados para a caracterização da área de estudo e para extração das bases digitais dos bairros e quadras.
- Análise Baseado em objeto (OBIA)

A primeira etapa estabelecida foi segmentar as imagens através do método multi-resolução. Para tal, foram estabelecidas estratégias (*bottom-up* ou *top-down*) e níveis de segmentação através de testes para determinar os critérios de forma e cor apropriados em cada nível. Para cada nível foram determinados objetos de interesse para serem encontrados na OBIA.

A estratégia de segmentação adotada foi do tipo *top-down*, ou seja, os objetos do Nível 1 foram segregados até chegarem no Nível -1, ver Figura N° 1.

Figura N° 1
Segmentação *top-down*



Fonte: adaptado de Definiens (2007).

No nível 1 foram analisados os objetos quadras, vegetação, estradas e hidrografia; no nível seguinte, denominado nível 0, foram

analisados os tipos de assentamentos, solo exposto e estradas, em relação ao tipo de pavimentação; no nível -1 foram identificadas as sombras, os tipos de telhados, objetos

claros e piscinas. A identificação dos objetos foi realizada com base no parâmetro (cor ou forma), base de dados e finalidade (Quadro Nº 3).

Quadro Nº 3
Características dos níveis de segmentação

Nível	Objetos	Finalidade	Base De Dados	Parâmetro
1	Estradas, vegetação, hidrografia e quadras	Determinar áreas de ocupação legal	Base de quadras da PMJP Imagem <i>QuickBird</i>	Cor
0	tipos de assentamentos, solo exposto e estradas	Gerar mapas de ocupação e restringir algumas classes do nível -1	Malha rodoviária da PMJP Imagem <i>QuickBird</i>	Forma
-1	sombras, tipos de telhados, objetos claros e piscinas	Gerar informações que caracterizam os tipos de assentamentos	Imagem <i>QuickBird</i>	Cor

Fonte: Elaboracao própria.

A elaboração da rede hierárquica foi realizada com base nos estudos de Mathengue (2011) e Hofmann *et al.* (2008), autores que através de ontologias procuraram simplificar o número de classes e a estrutura das redes hierárquicas.

As classes de objetos classificados foram: quadras, estradas, vegetação, hidrografia, piscinas, telhados escuros, telhados vermelhos, telhados/objetos claros, sombra, assentamentos subnormais e assentamentos formais.

A análise prévia da imagem sob a ótica do conceito de assentamento subnormal ocorreu para facilitar a aplicação da metodologia e nortear a etapa de estruturação da rede hierárquica e dos critérios caracterizadores das classes temáticas. Neste contexto foram analisadas as seguintes informações: estradas, geometria das edificações, materiais da cobertura das edificações, proximidades de áreas de risco ou área de proteção ambiental.

Essa estruturação permitiu direcionar quais informações poderiam ser utilizadas a partir de arquivos vetoriais existentes e quais seriam extraídos da imagem.

Os critérios ligados aos aspectos socioeconômicos, tais como número de domicílios, renda e acesso ao serviço de saneamento básico, não foram levados em conta na análise. Os de renda e número de domicílios não foram possíveis de ser mensurados no nível de informação necessário neste estudo, já que os dados disponibilizados pelo IBGE (2012) são dos setores censitários, que apresentam até 350 domicílios.

As informações da malha viária corresponderam à forma (largura e sinuosidade) e tipo de pavimento. Constatou-se que na área de assentamentos informais as vias são estreitas, irregulares e sem pavimentação, como pode ser visto em Quadro Nº 4, que descreve as áreas de interesse referentes às vias.

Quadro N° 4
Caracterização das vias

Bairro	Amostra	Características
IPÊS		Vias sem pavimentação, com irregularidades e estreitas

Fonte: Elaboração própria.

A análise das edificações mostra que o material predominante dos telhados é de cerâmica, com cores variando do laranja ao marrom. Telhados claros estão presentes, principalmente, em edificações verticais. Os telhados apresentaram cores escuras, tons de

cinza, e representam em suma conjuntos habitacionais e galpões. A forma predominante das edificações é retangular. A Quadro N° 5 mostra, em síntese, as principais características das edificações utilizadas no trabalho.

Quadro N° 5
Características dos assentamentos

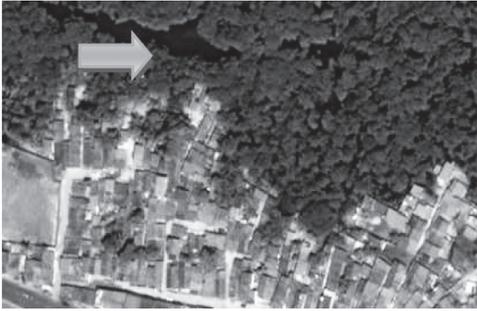
Bairro	Amostra	Características
IPÊS		Os limites entre os telhados são pouco nítidos, o material predominante é de cerâmica com aspecto mais envelhecido.

Fonte: Elaboração própria.

Na cidade de João Pessoa, como em grande parte do território brasileiro, os assentamentos informais estão localizados próximos a áreas de risco ou áreas destinadas a proteção ambiental, também pode ser visto este tipo de habitação no trabalho de Antu-

nes & Cortese (2007), que conseguiram com sucesso identificar esse tipo de assentamento. No bairro estudado foram localizados alguns desses fatores, que podem ser vistos na Quadro N° 6.

Quadro Nº 6
Características elementos naturais

Bairro	Amostra	Características
IPÊS		Proximidade com os rios e desmatamento da área de manguezal.

Fonte: Elaboração própria.

Aspectos Quantitativos da Análise Direcionada a Objetos

A segmentação tal como a classificação ocorreu primeiro no Nível 1. Após esta etapa foi realizada a classificação no nível -1. A classificação do nível 0 foi a última a ser realizada, pois as informações deste nível foram decorrentes das relações de vizinhança e das relações entre super-objeto e sub-objeto. O processo estabelecido na árvore de processo do *software Definiens Developer 7* (Definiens, 2007), seguiu a seguinte ordem de classificação: segmentação, classificação no nível 1, classificação no nível -1, classificação no nível 0 e classificação do tipo do assentamento.

No processo de segmentação foram testados diversos valores referentes aos parâmetros: escala, cor, forma, suavidade e compacidade. Inicialmente foram testados os parâmetros de escala para cada nível de segmentação. A escolha da segmentação nos níveis 1 e -1 foi realizada de forma empírica, procurando-se adequar às classes que foram escolhidas na pesquisa.

O valor de escala de 200 foi escolhido por melhor delimitar as estradas e a hidrografia, a Figura Nº 2 é apresentada uma imagem com o resultado dessa segmentação.

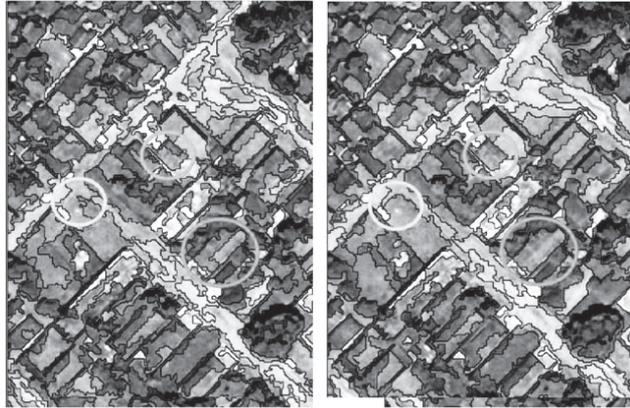
O parâmetro de forma de 0,1 e cor 0,9 foram definidos por melhor diferenciar a vegetação da hidrografia. A compacidade e a suavidade foram de 0,5. No nível 0 o valor de escala escolhido para segmentação foi de 50, sendo este o que melhor caracterizou os elementos da imagem, tornando os telhados mais homogêneos e diferenciados em relação aos elementos restantes das edificações.

Figura Nº 2
Segmentação escolhida para ser aplicada no Nível 1 do experimento



Fonte: Elaboração própria.

Figura Nº 3
 Comparação entre imagens com valores de formas diferente, valores da escala e compacidade são os mesmos



Fonte: Elaboração própria.

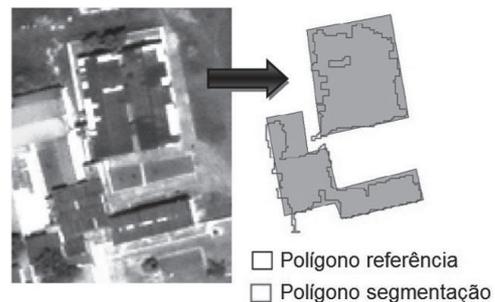
Para este nível foi testado, através de uma análise empírica, o parâmetro de forma (Figura Nº 3), onde a alteração deste valor resultou no melhoramento da geometria dos alvos, tornando-os mais próximos da realidade, sendo o valor escolhido para forma de 0,3; o de cor igual a 0,7; compacidade e suavidade igual a 0,5.

Na Figura Nº 3 na imagem da esquerda o valor de forma é 0,1 e da direita é de 0,3, onde é possível verificar que a forma dos objetos foi mantida.

Na análise da qualidade dos segmentos para o nível 0 foi aplicada a taxa de extração de edificações (EE) (Aminipouri, 2009). Os polígonos identificados como telhados nesta escala, representaram 93,61% de acerto em relação aos polígonos de referência (Figura Nº 4).

Para a classificação dos objetos do Nível 1 de segmentação foram definidas três classes: quadras, estradas, hidrografia e vegetação. Para o agrupamento dos objetos com base nestas classes, foram utilizados como descritores, a relação de existência entre as classes temáticas “quadras” e “estradas” da base cartográfica utilizada; com critério “cores escuras” e NSI (*Normalized Shadow Index*).

Figura Nº 4
 Realção entre os polígonos gerados pela segmentação multi-resolução e o polígono de referência



Fonte: Elaboração própria.

No nível -1 foram estabelecidos os seguintes critérios: *feature*, *existence of super object*, *ratio green*; *relative border* e *fusion objects*. Estes descritores foram aplicados nas seguintes classes: sombra, telhados vermelhos, telhados escuros, telhados/objetos claros, hidrografia e vegetação. Este nível é equivalente ao proposto por Hofmann *et al.* (2008), sendo, neste caso, a classe “telhados vermelhos” a de maior influência na identificação das edificações.

Como resultante da intervenção de políticas públicas, a maioria dos assentamentos são predominantemente de telhados de cerâmicas e casa de alvenaria simples sendo poucas as casas de conglomerados de materiais como papelões e madeiras.

A classe sombra foi definida pelos seguintes descritores: *feature* sombra maior ou igual a -4 e foram classificados os objetos que não se apresentavam como hidrografia no nível superior. A necessidade de criar *feature* sombra foi para diferenciar as sombras de objetos escuros, como concreto e água.

A classificação da vegetação e da hidrografia foi realizada a partir do critério "*existence of super object*". Para classificar as áreas de vegetação não classificadas pelo critério anterior, foram utilizadas as informações da banda verde do sensor utilizando o critério "*Ration green*".

A classificação dos telhados em vermelhos, escuros e claros foi realizada para diferenciar os materiais das edificações. Na área de estudo os assentamentos informais são predominantemente de cerâmica com cor mais próxima do marrom. Primeiramente foram classificados os "telhados claros e objetos" claros nesta mesma classe. Decorrente desta etapa e visando melhorar a geometria

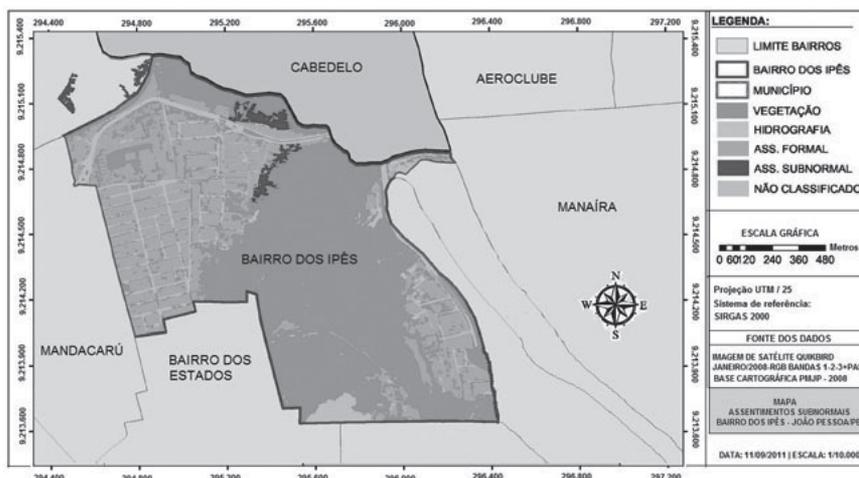
dos prédios e de outros tipos de edificações com telhados predominantemente claros, utilizou-se o critério "*image object fusion*".

Para os "telhados vermelhos" foi estipulado um intervalo entre 0 e 0,2 para o critério *Hue* (matiz), através da ferramenta *membership function*, a função definida foi a "menor que".

Os telhados escuros foram definidos por dois critérios: "cores escuras" e "*not existence of super object*". O primeiro critério foi estabelecido pelo limiar menor que 143 na ferramenta "*edit threshold condition*". A utilização da informação de existência de super-objetos em outros níveis foi para evitar a classificação errônea de estradas pavimentadas com resposta espectral próxima aos valores escolhidos para "telhados escuros".

A partir dos elementos classificados no nível 0, foram identificadas as informações referentes aos assentamentos subnormais. O primeiro passo foi classificar os elementos-chave para identificar esse tipo de assentamento, são eles: estradas, hidrografia e telhados (sinônimo para edificações). Essas classes foram classificadas neste nível a partir do critério "*existence of*", sendo em relação aos super-objetos para estradas e hidrografia e a sub-objetos para telhados vermelhos, escuros e claros, como também a vegetação. Desta forma tornou-se

Figura Nº 5
Mapa temático das áreas de assentamentos informais no bairro dos Ipês



Fonte: Elaboração própria.

o processo de classificação eficiente e rápido, evitando a análise de novos descritores a serem aplicados no nível de informação trabalhado.

O nível 0 foi copiado para um nível abaixo, denominado "assentamentos", onde foram classificados os tipos de assentamentos.

A utilização do Coeficiente *Kappa* gerou 0,95 para o bairro de Ipês. Neste caso, o produto gerado e o documento de referência apresentam o mesmo grau de verdade. Após esta etapa foi gerado um mapa temático (Figura N° 5) referente aos assentamentos informais no bairro estudado. A localização desses domicílios ficou próxima as áreas de proteção ambiental, margeando o bairro. A área total ocupado pelos assentamentos informais é de 29.342,2329 m², que representa 1,6% da área total do bairro.

Caracterização de Assentamentos Informais através da Classificação Orientada a Objetos

O modelo de classificação proposto nesta pesquisa visou estabelecer de forma simples e objetiva metas para identificar os assentamentos informais por meio de OBIA em imagens de alta resolução, obedecendo a padrões internacionais que possibilitam a comparação dessa informação com outros trabalhos. A metodologia permitiu que a base de conhecimentos do operador fosse documentada através da árvore de decisão (*Process Tree*), onde existe a possibilidade da mesma ser aplicada em outras pesquisas, desde que o material utilizado possua características espectrais e espaciais semelhantes as da cena onde a metodologia foi utilizada.

A classificação dos assentamentos informais foi satisfatória, considerando o Coeficiente *Kappa* 0,95 obtido para a área de estudo. As informações de contexto foram a base para identificar os assentamentos, já que nas áreas estudadas, as edificações irregulares, em sua maioria, apresentaram estruturas similares às de áreas de assentamento regular. Esse fato ocorre devido essas áreas serem transformadas em zonas especiais de interesse social.

O resultado gerado por essa classificação permitiu elaborar um produto cartográfico capaz de localizar e quantificar este tipo de moradia, sendo assim um instrumento para o estudo da dinâmica urbana.

A metodologia utilizada neste trabalho mostrou-se eficiente para possibilitar a identificação de áreas irregulares sob a ótica das edificações, servindo como instrumento de atualização cadastral. Considerando que o intervalo de tempo do levantamento censitário para essa informação foram de 9 anos.

Ressalta-se, entretanto, que com a metodologia adotada não foi possível identificar de forma individual os lotes e residências. A emergente evolução do sensoriamento remoto orbital a nível espacial e espectral, agregados a outras tecnologias, como por exemplo, o LIDAR (*Light Detection And Ranging*) e aos novos métodos de classificação automática ou semi-automática, possibilitarão em um espaço de tempo curto a realização de mapeamentos do uso e da cobertura do solo urbano em escalas de maior precisão e detalhamento.

Referências bibliográficas

AMINIPOURI, M. *Object-Oriented Analysis of Very High Resolution Orthophotos for Estimating the Population of Slum Areas, Case of Dar-Es-Salaam, Tanzania*. Netherlands: International Institute For Geo-information Science And Earth Observation, 2009.

ANTUNES, A.F. & CORTESE, S.C. Determinação de áreas de ocupação irregulares por meio de análise orientada a objeto. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2007, N° 1, p. 481-487.

ARRIAGADA, C. Experiencia censal reciente en América Latina en consultas relativas al entorno, equipamiento y medio ambiente. Santiago de Chile: CEPAL/CELADE, 2011.

BAATZ, M. & SCHÄPE, A. Multiresolution Segmentation: an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2000, Vol. 58, N° 3-4, p. 12-23.

BENZ, U.C.; HOFMANN, P.; WILLHAU-CK, G.; LINGENFELDER, I. & HEYNEN, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2004, N° 58, p. 239-258.

BLASCHKE, T. Object based image analysis for remote sensing. *Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2010, Vol. 65, p. 2-16.

BRASIL. Lei N° 10.257, de 10 de julho de 2001. Disponible en internet: <http://www3.dataprev.gov.br/SISLEX/paginas/42/2001/10257.htm>

BRASIL. Lei N° 11.967, de 07 de julho de 2009. Disponible en internet: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11967.htm

BRUZZONE, L. & CARLIN, L. A Multilevel Context- Based System for Classification of Very High Spatial Resolution Images. *Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2006, Vol. 44, N° 9, p. 2587 – 2600.

CANDIA, D. *Metas del milenio y tugurios: una metodología utilizando datos censales*. Santiago de Chile: Serie Población y desarrollo – Naciones Unidas, 2005.

CASTRO, H.U. Los asentamientos ilegales en Colombia: las contradicciones de la economía-mundo capitalista. *Revista de Estudios Latinoamericanos*, 2011, N° 53, p.169-200. Disponible en internet: http://www.cialc.unam.mx/web_latino_final/archivo_pdf/Lat53-169.pdf

CATALÁN, B.; SAURÍ, D. & SERRA, P. Urban sprawl in the Mediterranean: Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region 1993–2000. *Landscape and Urban Planning*, 2008, Vol. 85, p. 174-184.

CHUBEY, M.S.; FRANKLIN, E. & WULDER, M. A. Object – Based Analysis of Ikonos -2 Imagery for Extraction of Forest Inventory Parameters. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 2006, Vol. 72, N° 4, p. 383 - 394.

COSTA, B.A. y HERNÁNDEZ, A.A. Análisis de la situación actual de la regulariza-

ción urbana en América Latina: La cuestión de la tenencia segura de los asentamientos informales en tres realidades distintas: Brasil, Colombia y Perú. *Revista INVI*, 2010, Vol. 25, N° 68, p. 121-152. Disponible en internet: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/496/505>.

CURSACH, J.A.; RAU, J.R.; TOBAR, C.N. y OJEDA, J.A. Estado actual del desarrollo de la ecología urbana en grandes ciudades del sur de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, 2012, N° 52, p. 57-70.

DÁ MATA, D.; LALL, S. & WANG, H.G. Favelas e Dinâmica das Cidades Brasileiras. *Ensaios de Economia Regional e Urbana. Brasília*, 2008, N° 2, p. 47-64. Disponible en Internet: http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/livros/dirur/ensaios_de_economia_regional_e_urbana/Cap_2.pdf

DAVIS, M. *Planeta Favela*. São Paulo: Boitempo, 2006.

DEFINIENS. *User Guide*. Munchen: Ecognition, 2007. Disponible en internet: <http://www.definiens-imagining.com/down/ecognition>.

DURIEUX, L.; LAGABRIELLE, E. & NELSON, A. A method for monitoring building construction in urban sprawl areas using object-based analysis of Spot 5 images and existing GIS data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2008, Vol. 63, p. 399 - 408.

FERREIRA, M.P; MARQUES, E.C.L.; FUSARO, E.R. & MINUCI, E.G. *Uma metodologia para a estimação de assentamentos precários em nível nacional*. Brasília: Ministério das Cidades, 2007. Disponible en Internet: http://www.fflch.usp.br/dcp/assets/docs/Eduardo/A08_CEMassentMCidades.pdf

FRAUMAN, F. & WOLFF, E. Change detection in urban areas using Very High spatial Resolution satellite images - Case study in Brussels: locating main changes in order to update the Urban Information System. *AM/FM-GIS Belux*, 2005, N° 32, p. 9-14. Disponible en internet: <http://www.amfmgis-belux.be/gispdf/3200.pdf>

GONÇALVES, R.M.; CÔRTEZ, J.B.R.; SCHIMIDT, M.A.R. & SCHIMALSKI, M.B. Classificação hierárquica e fuzzy de imagens de alta resolução. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 2007, N° 1, p. 547-554. Disponible en internet: <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.00.55/doc/547-554.pdf>.

GENELETTI, D. & GORTE, B.G.H. A method for object-oriented land cover classification combining Landsat TM data and aerial photographs. *International Journal of Remote Sensing*, 2010, Vol. 24, N° 6, p. 1273–1286.

HAY, G.J. & CASTILLA, G. Object-based Image Analysis: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT). *Remote Sensing and GIScience*, 2006, N° 1, p. 1-3

HOFMANN, P.; STROBL, J.; BLASCHKE, T. & KUX, H. Detecting informal settlements from quickbird data in Rio de Janeiro using an object based approach. *Verlag Berlin Heidelberg*, 2008, N° 1, p. 532-553. Disponible en internet: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m12%4080/2006/07.20.14.03/doc/kux-detecting.pdf>

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Censo Demográfico 2000: Agregado por setores censitários dos resultados do universo*. Rio de Janeiro: IBGE, 2003. Disponible en internet: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/defaulttab_agregado.shtm.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). *Dados estatísticos das cidades do Estado de Pernambuco 2010*. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponible en internet: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/link.php?codmun=261370>

JACQUIN, A.; MISAKOVA, L. & GAY, M. A hybrid object-based classification approach for mapping urban sprawl in periurban environment. *Landscape and Urban Planning*, 2008, Vol. 84, N° 2, p. 152-165.

KOHLI, D.; SLIUZAS, R.; KERLE, N. & STEIN, A. An ontology of slums for image-based

classification. *Computers, Environment and Urban Systems*, 2012, Vol. 36, N° 2, p. 154–163.

KONG, C.X. Classification and Extraction of Urban Land-Use Information from High-Resolution Image Based on Object Multi-features. *Journal of China University of Geosciences*, 2006, Vol. 17, p. 151 - 157.

LEE, S. & LATHROP, G. Sub pixel Analysis of LANDSAT ETM+ Using Self- Organizing Map (SOM) Neural Networks for Urban Land Cover Characterization. *Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 2006, Vol. 44, N° 6, p. 1642 – 1654.

LEITE, M.E. FAVELAS EM CIDADES MÉDIAS: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES. *Caminhos de Geografia*, 2010, Vol. 11, N° 34, p. 162-173. Disponible en internet: <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>

MAIA, D.S. *O Campo na cidade: necessidade e desejo (um estudo sobre subespaços rurais em João Pessoa–PB)*. Florianópolis: Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 1994.

MAKTAV, D.; ERBEK, F.S. & JÜRGENS, C. Remote sensing of urban areas. *International Journal of Remote Sensing*, 2005, Vol. 26, N° 4, p. 655–659.

MATHENGUE, C.W. *Application of object oriented image analysis in slum identification and mapping-the case of Kisumu, Kenya*. Netherlands: University of Twente, 2011. Disponible en Internet: http://www.itc.nl/library/papers_2011/msc/upm/wanjiku.pdf

QUIÑONES, P.M. y DÍAZ, M.F. Procesos de desarrollo urbano-regional y exclusión territorial: Nuevas formas de urbanización en el área metropolitana de Valparaíso, Estudio de caso: ciudad de Curauma. *Revista INVI*, 2010, Vol. 25, N° 69, p.103-123. Disponible en internet: <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/515>.

NASCIMENTO, A.C.A.V. *A Construção do informal: uma análise morfológica das favelas da cidade de João Pessoa*. João Pessoa/PB: UFPB, 2012.

ONU BR. *Pobreza segue caindo na América Latina mas ainda afeta 167 milhões de pessoas*. Rio de Janeiro: CEPAL, 2013. Disponible en internet: <http://www.onu.org.br/cepal-pobreza-segue-caindo-na-america-latina-mas-ainda-afeta-167-milhoes-de-pessoas>.

PNUD. *Mejorando las vidas de hogares en asentamientos informales: Un hogar en la ciudad*. Santiago de Chile: PNUD - Millennium Project, 2005.

ROCHA, A.D. *Estabelecimento de Metodologia de Classificação de Imagens de Alta Resolução para Identificar e Avaliar o Crescimento e Áreas de Ocupação Irregular*. Curitiba: Editorial da Universidade, 2007. Disponible en Internet: <http://www.ciencias-geodesicas.ufpr.br/teses/teses02.html>.

Secretaria de Desenvolvimento Social (SEDES). *Livro dos Bairros de João Pessoa*. João Pessoa: SEDES/PMJP, 2000.

Secretaria de Desenvolvimento Social (SEDES). *Livro dos Bairros de João Pessoa*. João Pessoa: SEDES/PMJP, 2005.

SMALL, C. A Global analysis of urban reflectance. *International Journal of Remote Sensing*, 2005, Vol. 26, N° 4, p. 661–681.

TOVAR, E.V. Asentamientos precarios. Una aproximación para su mejoramiento integral y prevención. *Dearq*, 2010, Vol. 6, N° 2, p. 64-81. Disponible en internet: <http://dearq.uniandes.edu.co>

UN-HABITAT. *The Challenge of Slums: Global Report on Human Settlements*. London: Earthscan, 2003. Disponible en internet: <http://www.unhabitat.org/jo/pdf/GRHS.2003.pdf>.

UN-HABITAT. *Financing Urban Shelter, Global Report on Human Settlements*. London: Earthscan, 2005.

ONU-HABITAT. *Estado de Las Ciudades de America Latina y el Caribe 2012. Rumbo a una nueva transición urbana*. Recife: ONU-HABITAT, 2012. Disponible en internet: http://www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=816&Itemid=18.

VERGEL, E. Asentamientos precarios: Una aproximación para su mejoramiento integral y prevención. *Dearq*, 2010, Vol. 6, N° 1, p. 64-81. Disponible en internet: http://dearq.uniandes.edu.co/sites/default/files/articles/attachments/dearq06_06_-_Vergel.pdf.

ZHANG, Y. & MAXWELL, T. A fuzzy logic approach to supervised segmentation for object-oriented classification. *ASPRS*, 2006, N° 3, p. 1-5. Disponible en internet: <ftp://ftp.ecn.purdue.edu/jshan/proceedings/asprs2006/files/0183.pdf>

ZHOU, W.T. An object-oriented approach for analysing and characterizing urban landscape at the parcel level. *International Journal of Remote Sensing*, 2008, Vol. 29, p. 3119 – 3135.

YAN, G.; MAS, J.F.; MAATHUIS, B.H.P.; XIANGMIN, Z. & VAN DIJK, P.M. Comparison of pixel-based and object-oriented image classification approaches- a case study in a coal fire area, Wuda, Inner Mongolia, China. *International Journal of Remote Sensing*, 2006, Vol. 27, p. 4039-4055.

