Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Utilização de Cartas Imagem para caracterização do zoneamento urbano

Luciana Maria da Silva¹, Betânia Queiroz da Silva², Carlos Alberto Borba Schuler³

¹Pesquisadora no Centro de Estudos de Petróleo. Universidade de Campinas (UNICAMP), Campinas – SP. lumasilva15@gmail.com (autor correspondente). ²Discente de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Bolsista CAPES. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife – PE. bethqueiroz@gmail.com. ³Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife – PE. cschuler@ufpe.br.

Artigo recebido em 09/11/2017 e aceito em 24/07/2018

RESUMO

O crescimento acelerado nas áreas urbanas vem provocando um processo de urbanização desordenado nestas áreas e inúmeros problemas socioambientais para a população residente. No Brasil, o planejamento urbano é realizado por diferentes modalidades, entre elas destacam-se os planos diretores das cidades e as cartas em escalas grandes. Estes dão suporte para o desenvolvimento da Base Cartográfica de acordo com critérios do município. No presente trabalho tem como objetivo investigar a ocupação do uso do solo em uma área localizada no município de Jaboatão dos Guararapes – PE e no município de Moreno, baseada no Plano Diretor das áreas analisadas e nas Leis de Preservação Ambiental. Para isto utilizou-se imagens de satélite de alta resolução (*RapidEye*) para confecção de cartas imagem e de mapas temáticos. A partir das cartas imagem analisaram-se as áreas utilizando a composição da imagem em cor verdadeira, falsa cor e infravermelho para interpretar e caracterizar as áreas de ocupação e uso do solo. Como resultado obteve-se duas cartas imagem com nomenclaturas correspondentes SC-25V-A-II-2 e CS-25-V-A-III-1 com escala 1:50.000, além de mapas temáticos da ocupação de solo da área de estudo. Os produtos gerados em escala grande permite o melhor planejamento urbano dos municípios, pois se podem identificar as características da área com melhor precisão.

Palavras chaves: zoneamento urbano, cartas imagem, plano diretor, leis de preservação ambiental.

Image Charts using to characterize the urban zoning

ABSTRACT

The accelerated growth in urban areas has caused a process of disorderly urbanization in these areas and social and environmental problems innumerable for the population living. In Brazil, the urban planning is carried out by different modalities, among them stands out the master plans of the cities and the large scale maps. These give support to the development of Cartographic Base according to the municipality's criteria. In the present study aims to establish a methodology based on Master Plan of the areas analyzed and the Environmental Preservation Law to characterize the urban zoning. For this we used high spatial resolution satellite images (*RapidEye*) for making image charts and thematic maps. As from image maps, the areas were analyzed using composition of the image in true color, false color and infrared to interpret and characterize the areas of occupation and soil use. As a result two image maps were obtained with corresponding nomenclatures SC-25V-A-II-2 and CS-25-V-A-III-1 and large scale 1: 50,000, in addition to thematic maps of the soil occupation of study area. The products were generated in large scale, which allows the best urban planning of the municipalities, because from them it can be to identify the characteristics of area with better precision.

Keywords: urban zoning, image maps, master plan, environmental preservation law.

Introdução

No Brasil, a partir da década de 1950 constatou-se o acelerado crescimento das áreas

urbanas, provocando um processo de urbanização desordenado dessas áreas e inúmeros problemas socioambientais para a população residente nesses locais. Com isto, acentuou-se a segregação sócio

espacial nas cidades (IBGE, 2000; Reckiegel e Robaina, 2005). Este processo acarretou problemas devido à falta de infraestrutura das cidades ao receber um grande número de pessoas e de demandas sociais (Sánchez, 2010). Outro fator que vem acarretando sérios problemas é a questão dos mapas em grandes escalas, os quais permitem uma melhor análise da área, além de contribuir com o planejamento urbano (Silva et al., 2016). O problema é devido os órgãos produtores de cartas ou plantas nessas escalas adotam seu próprio sistema de articulação de folhas, dificultando assim a interligação de documentos produzidos por fontes distintas.

Segundo Villaça (1995), o planejamento urbano desenvolvido no Brasil, nas últimas décadas tem características distintas, mas ressalta que os planos diretores das cidades e a base cartográfica, têm se destacado entre as várias modalidades existentes.

As cidades da Região Metropolitana do Recife possuem Plano Diretor que serve para a organização, conservação e preservação da estrutura espacial e do patrimônio da cidade (recursos naturais, conjunto edificado, formal ou informal, pela infraestrutura, diversidade urbanística e pela distribuição dos equipamentos, atividades e serviços urbanos), adequar à intensidade de ocupação do solo, integrar os distritos municipais a partir das redes de infraestrutura física, promover a integração dos municípios ao desenvolvimento da Região, do Estado de Pernambuco e do Brasil, atendendo as necessidades específicas de cada município da região. Podendo manter o ordenamento do município para o conjunto da sociedade, sem exclusão ou discriminação de quaisquer segmentos ou classes sociais e sua valorização como espaço coletivo (Plano Diretor de Jaboatão dos Guararapes, 2013). Mas, a base cartográfica brasileira tem se mostrado muito defasada, pois os mapas em escalas grandes são apenas parciais e em sua existência somente está presente para algumas regiões.

Segundo Polidoro et al. (2009) e Krellenberg et al. (2011), o progresso das relações institucionais e informais entre as cidades, a explosão demográfica devido ao êxodo rural, o desenvolvimento econômico, contribuíram para a formação de algumas áreas metropolitanas, e a geração de conurbações. Gonçalves et al. (2013) destacam que o processo de conurbação é caracterizado por um crescimento que expande a cidade, prolongando seu perímetro externamente absorvendo aglomerados rurais e outras cidades. Estas, até então com vida política e administrativa

autônoma, acabam comportando-se como parte integrante da metrópole.

Com a aceleração do processo de urbanização e o não planejamento urbano, acontecem alguns problemas devido à falta de infraestrutura das cidades ao receber um grande número de pessoas. Mais detalhes em Sánchez (2010). Estes problemas estão associados a problemas sociais e ambientais (Novack e Kux, 2010), dentre eles pode-se destacar: falta de água ou espaço que se trata de área costeira à erosão (Boak e Turner, 2005; Hapke e Plant, 2010, Da Silva et al., 2013). Congestão de tráfego, acúmulo de lixo, poluição, inundações (Amaral e Ribeiro, 2009), deslizamento (Tominaga, 2009), e áreas sujeitas à risco geológico (Reckiegel e Robaina 2005; Santos et al., 2016; Santos et al., 2017). Adicionalmente a multiplicação de bairros com infraestrutura deficiente, habitações situadas em áreas de risco e alterações nos sistemas naturais (Bandeira e Coutinho 2008).

Neste contexto, desenvolveram-se cartas imagem, pois estas são utilizadas em distintas áreas de aplicações, como por exemplo: Aplicações Florestais, Inventário de Recursos Naturais, Planejamento e Gerenciamento do Uso da Terra. Vale ressaltar que esse tipo de carta serve para atualização cartográfica, principalmente em áreas onde as cartas tradicionais são inexistentes ou estão desatualizadas. Adicionalmente são utilizadas para representar as regiões onde a topografia é de difícil acesso e as condições climáticas são adversas.

Estas cartas podem ser utilizadas para responder questões como problemas do crescimento, muitas vezes a partir da ocupação irregular, em geral pela população de baixa renda que habitam em áreas muitas vezes de proteção ambiental, como no município de Jaboatão de Guararapes ou na Região Metropolitana a qual este está inserido. A ocupação irregular sempre está em constantes modificações. Assim como as modificações antrópicas realizadas pelo homem em ambientes rurais. Vale ressaltar que o mapeamento dessas áreas é importante para quantificar os habitantes e desenvolver as análises das degradações e evoluções das mesmas, como ferramentas de auxílio no planejamento urbano (Teixeira e Heller, 2005). Adicionalmente verificar as condições de sobrevivência e os riscos que os residentes podem enfrentar, quando estão alocados em locais onde o uso do solo é considerado inadequado.

Segundo Gonçalves et al. (2013) o zoneamento urbano é considerado e definido

como um instrumento de planejamento urbano indispensável na execução do uso do solo. Diante dos argumentos apresentados, e discutidos anteriormente, pode-se ressaltar que uma Base Cartográfica densificada tem contribuído com o planejamento urbano, uma vez que esta é um conjunto de informações definidoras de uma estrutura espacial de dados de referência, consistente com um Sistema Geodésico de Referência (SGR), realizado via uma rede geodésica fundamental ou redes derivadas, constituindo-se em uma ferramenta essencial para a geração, compatibilização e gestão das informações espaciais (De Freitas, 2014). De forma que os municípios possam ter uma visão real das modificações que acontecem ao longo do tempo.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo investigar a ocupação do uso do solo em uma área localizada no município de Jaboatão dos Guararapes – PE e no município de Moreno, baseada no Plano Diretor das áreas analisadas e nas Leis de Preservação Ambiental. Para tanto, foram utilizadas imagens de satélite de alta resolução espacial (*RapidEye*) para extrair informações pelo processo de vetorização. Adicionalmente desenvolveram-se cartas imagem, com escala de 1:50.000 seguindo a regulamentação da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo-CIM, com nomenclaturas correspondentes a SC-25-V-A-II-2 e CS-25-V-A-III-1, as quais localizam o município de Jaboatão dos Guararapes e parte dos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Moreno, São Lourenço da Mata, Recife e o extremo Sul de Olinda e Camaragibe na Região Metropolitana do Recife (RMR), Pernambuco, Brasil. Vale ressaltar que se utilizou cartas topográficas que serviram como base para a criação das articulações das cartas imagem. Outro ponto analisado neste trabalho foi às zonas de adensamento a partir do Plano Diretor de cada cidade e assim desenvolveram-se mapas temáticos.

Área de Estudo

A Tabela 1 mostra os dados de área, população e densidade demográfica em 2010 dos municípios na malha urbana de Jaboatão dos Guararapes totalizando aproximadamente três milhões e meio de habitantes. Destaca-se que, centralizou-se Jaboatão dos Guararapes como referência, devido às duas cartas imagem gerada compor este município, enquanto que os outros municípios citados anteriormente e mostrados na tabela, apresentar parte destes. A Figura 1 apresenta um mapa de localização do Estado de Pernambuco na Região Nordeste do Brasil, a ampliação do Estado e em particular uma carta imagem que define o município Jaboatão dos Guararapes e a Região Metropolitana que está inserido.

Destaca-se uma peculiaridade na área fluvial do município de Jaboatão dos Guararapes, a qual recebe influência das Bacias Hidrográficas do Rio Jaboatão, Rio Pirapama e Tejiú. Por possuir a maior lagoa estuarina (Lagoa Olho d'água) na área urbana do Estado de Pernambuco (Da Silva, 2013). Esta Lagoa está presente em uma Área de Preservação Permanente (APP). Outro fato peculiar presente na RMR é o município de Moreno que apresenta áreas rurais com modificações antrópicas. Estas peculiaridades necessitam ser monitoradas e caracterizadas, contribuindo com o planejamento urbano. A escolha dessa área objetiva um projeto piloto servindo de modelo para outros municípios.

Base Cartográfica Brasileira

Segundo De Freitas (2014) a Cartografia Sistemática no Brasil, a qual deveria consistir em um elemento consolidado para a Base Cartográfica, apresenta-se totalmente realizada apenas para a escala 1:1.000.000 e em 80,72% na de 1:250.000. Sendo assim, ainda há muito a fazer em relação à base cartográfica, pois a Cartografia Sistemática é apenas parcial nas escalas 1:100.000, 1:50.000 e 1:25.000, atendendo apenas a determinadas regiões, além de estarem vinculadas a diferentes realizações do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB).

Tabela 1: Área total e população dos municípios na malha urbana. Fonte: IBGE (2010)

Municípios	População (hab)	Área (km ²)	Densidade Demográfica (hab/km ²)
Cabo de Santo Agostinho	185.025	446,578	414,32
Camaragibe	144.466	51,194	2.821,93
Jaboatão dos Guararapes	644.620	258,566	2.493,06
Moreno	56.696	196,071	289,16
Olinda	377.779	41,659	9.068,36

Paulista	300.466	97,364	3.086,01
Recife	1.537.704	228,498	7.037,61
São Lourenço da Mata	102.895	262,157	392,49
Total	3.349.651	1.572,087	2.130,70

Segundo informações disponibilizadas pelo MundoGeo (2016), em 2016 o IBGE disponibilizou 25 cartas imagem digitais, na escala de 1:100.000, abrangendo parte dos estados do Piauí, Tocantins, Pará, Maranhão e Mato Grosso. Recentemente, em dezembro de 2017, o IBGE disponibilizou 36 cartas imagem, na escala de 1:100.000 abrangendo os estados do Piauí,

Bahia, Pernambuco, Ceará e Maranhão (MundoGeo, 2017). A Tabela 2 apresenta as aplicações e a situação atual do mapeamento brasileiro. Para elaboração foram utilizadas informações do IBGE (1998), De Freitas (2014), Da Silva (2015), MundoGeo (2016) e MundoGeo (2017).

Figura 1: Mapa de Localização do município de Jaboatão dos Guararapes e dos municípios que fazem parte da RMR a partir das nomenclaturas SC-25V-A-II-2 e CS-25-V-A-III-1

Tabela 2: Mapeamento do Território Brasileiro e suas respectivas escalas

Escala	Percentual	Representação	Aplicações
1:1000000 e menores	100%	Geográfica	Representa, a partir do mapeamento topográfico, o espaço territorial brasileiro por meio de mapas elaborados especificamente para cada unidade territorial do país.
1:250000	80,72%	Topográfica	Subsidia o planejamento regional e adicionalmente contribui com a elaboração de estudos e projetos que envolvam ou modifiquem o meio ambiente.
1:100000	78%	Topográfica	Representa as áreas com notável ocupação são priorizadas para os investimentos governamentais, em todas as esferas: federal, estadual e municipal.
1:50000	14%	Topográfica	Retrata cartograficamente zonas densamente povoadas, sendo adequadas ao planejamento socioeconômico e à formulação de anteprojetos de engenharia.
1:25000	X	Topográfica	Representa cartograficamente áreas específicas, com forte densidade demográfica, fornecendo elementos para o planejamento socioeconômico e bases para anteprojetos de engenharia.

1:5000	X	Cadastral	Utilizada na Base Territorial dos Censos para identificar o conjunto de plantas em escala cadastral, que compõem o mapeamento de uma localidade.
Maiores	X	Temáticos	Representação espacial privilegia ou distingue categorias de elementos naturais ou artificiais.

O geoprocessamento em escalas maiores do que 1:250.000, considerando a Cartografia Sistemática existente e as inconsistências das diversas realizações do SGB, devem tomar por base levantamentos consistentes com a nova realização do SGB. Cada um destes produtos pressupõe uma ou mais formas de visualização, tendo em vista a sua aplicação. Mais detalhes em IBGE (1998). Vale ressaltar que é necessário utilizar um único Sistema Geodésico de Referência (SGR) a partir das redes GPS de alta precisão, Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMCM) ou pontos qualificados e divulgados pelo IBGE (de Freitas, 2014).

Os produtos oficiais da cartografia brasileira, atualmente são gerados pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG-EX) e o IBGE. O DSG-EX (2016) disponibiliza distintos dados da Base Cartográfica Brasileira. O usuário pode ter acesso aos dados dependendo do seu nível de acesso, sendo necessário realizar um cadastro, alguns dados podem ser obtidos como visitante. O SGR em uso atualmente no Brasil é o SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas). Os produtos derivados de outros sistemas, embora consistentes para época em uso, se utilizados para combinar informações cartográficas, deverão ser compatibilizados para o SIRGAS2000.

Cartas Imagem

As cartas imagem podem ser definidas como imagem referenciada a partir de pontos identificáveis e com coordenadas conhecidas, sendo superpostas por reticulado da projeção, podendo conter simbologia e toponímia (IBGE, 1998). Neste tipo de produto as cenas de satélites são ligadas digitalmente para cobrir áreas requisitadas, e subseccionadas em unidades de folhas de cartas. Vale ressaltar que esse tipo de carta serve para atualização cartográfica, principalmente em áreas onde as cartas tradicionais são inexistentes ou estão desatualizadas (Silva et al., 2016). Adicionalmente apresenta como vantagens, representar as regiões onde a topografia é difícil e as condições climáticas são adversas (Viana et al., 2002).

A representação destas é de forma plana, as escalas são médias e grandes, o desdobramento

é sistemático com folhas articuladas, os limites das folhas são constituídos por linhas convencionais, sua avaliação precisa de direções, distâncias e localização de pontos, áreas e detalhes e, geralmente faz parte de um mapa (Da Silva, 2015).

Metodologia

Com a organização e resgates de informações cartográficas, utilizaram-se imagens de satélite de alta resolução para construir cartas imagem para melhor caracterização do zoneamento urbano. Para isto gerou-se mapas temáticos que apresentam a ocupação e uso do solo em APP e em zona rural.

Em uma primeira etapa foram elaboradas cartas imagem a partir de duas folhas, onde se encontra a área de estudo. Em seguida foram utilizadas cartas topográficas para visualização de algumas feições. Em sequência utilizou-se a composição infravermelho, cor verdadeira e *pseudo* cor para elaboração dos mapas temáticos. A seguir são apresentados os materiais utilizados e os métodos com todos os procedimentos realizados. Ressalta-se que se utilizou o trabalho de Silva et al. (2016) como embasamento para o desenvolvimento dos procedimentos metodológicos desta pesquisa.

Materiais

Este estudo foi desenvolvido a partir dos seguintes materiais:

- Levantamento de referências bibliográficas, resgate de documentos cartográficos, informações censitárias, Plano Diretor de Jabotão dos Guararapes e o Novo Código Florestal: Leis de Preservação Ambiental;
- Imagens orbitais dos satélites artificiais de alta resolução: *RapidEye*, obtida em 21 de abril de 2014, disponibilizada no Geo Catálogo do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2016) cujas características principais estão apresentadas na Tabela 3;
- O *software* ArcGis® versão 10.1 foi a ferramenta utilizada para o processamento da imagem *RapidEye*, geração das cartas imagem e para caracterizar o zoneamento das áreas escolhidas para serem mapeadas.

Método

Para se conseguir atingir a construção final das cartas e dos mapas temáticos foi necessário adotar alguns procedimentos, que serão descritos a seguir.

- Seleção das Classes de Interesse para a criação dos mapas temáticos - Planejaram-se os tons
- Quadro 2 as classes destacadas na área rural, com suas respectivas descrições.

Tabela 3: Características dos satélites da Imagem *RapidEye*. Fonte: Adaptado do *RapidEye* (2016)

Sistema	Altitude (km)	Resolução Temporal (dias)	Resolução espectral por bandas (nm)	Tamanho do pixel - Ortoretilhado (m)
<i>RapidEye</i>	630	5,5 dias (no nadir)	Blue - 440-510 nm	5 m
			Green - 520-590 nm	5 m
			Red - 630-685 nm	5 m
			Red Edge - 690-730 nm	5 m
			NIR - 760-850 nm	5 m

Quadro 1: Classes interpretadas no mapa da área urbana baseada no APP e no plano diretor de Jaboatão dos Guararapes

Classe	Descrição
Área de Preservação Permanente	Áreas protegidas nos termos da lei, cobertas ou não por vegetação nativa, com as funções ambientais de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade e o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.
Lagoa	Grandes corpos d'água
Zona de adensamento baixo	São áreas alagáveis e ocupações irregulares. Destina-se ao reordenamento da ocupação atual e crescimento urbano condicionado às restrições de drenagem, oferta de infraestruturas e ao atendimento de diretrizes, como por exemplo: contenção do adensamento construtivo.
Zona de adensamento restrito	São áreas em que as condições de infraestrutura, as topográficas, de articulação viária, hidrográfica exigem a restrição da ocupação.
Trecho ferroviário	Ferrovia Longitudinal

Quadro 2: Classes interpretadas no mapa da área rural no município de Moreno-PE

Classe	Descrição
Trecho ferroviário	Ferrovia Longitudinal
Estrada e BR	Via rural não pavimentada e rodovia pavimentada, respectivamente.
Rio	Recursos Hídricos
Massa d' água	Pequenos corpos d'água
Posto Rodoviário	Edificações de alvenaria
Solo Exposto	Locais sem vegetação, inexistência de construção.
Zona Rural com vegetação Densa	São os locais onde a vegetação é fechada e as árvores de vários estratos e suprimidas cobrem uma alta proporção do solo
Zona Rural com vegetação rasteira	São áreas onde a vegetação é pouco desenvolvida, que devido à falta de luminosidade, água e/ou ação antrópica, crescem a uma altura pouco significativa.
Benfeitorias de Lazer	Edificações utilizadas diretamente ao lazer
Área de Cultivo	Locais onde o homem mudou a vegetação nativa por uma vegetação para o seu sustento ou dos animais
Área Industrial	Edificações construídas diretamente para o investimento econômico.

- Seleção da Imagem - O sistema RapidEye possui 5 (cinco) satélites. Todos estão equipados com sensores idênticos e estão localizados no mesmo plano orbital. As imagens de alta resolução *RapidEye* podem ser aplicadas a uma série de setores, incluindo agricultura, silvicultura, exploração de petróleo e gás, energia e engenharia e construção, governos, cartografia e mineração. Destaca-se que o Datum Horizontal da imagem é o WGS84 e a Projeção é a Universal Transversa de Mercator (UTM).
- Articulação das Cartas - Conforme estabelecido pelo IBGE (2016a), a distribuição das cartas tem origem na Carta Internacional ao Milionésimo (CIM), onde se aplica a denominação de todas as folhas de cartas do mapeamento sistemático brasileiro (escalas de 1: 1.000.000 a 1: 25.000). Vale ressaltar que, para as escalas maiores que 1: 25.000, ainda não existem normas que regulamentem o código de nomenclatura, mas existem especificações técnicas homologadas ou em homologação (CONCAR, 2016). Neste trabalho, desenvolveu-se uma carta imagem com escala de 1:50.000 seguindo a regulamentação da Carta Internacional do Mundo ao Milionésimo-CIM. O código faz referência, ao hemisfério da carta (S), meridiano central 33°, ao fuso UTM 25, pertencente as Folhas de Vitória do Santo Antão e do Recife, tendo como nomenclatura a SC-25-V-A-II-2 e SC-25-V-A-III-1, respectivamente. A partir das duas nomenclaturas e do grid pode-se criar a carta

imagem de Jaboatão dos Guararapes e dos municípios adjacentes.

- Pré-processamento das imagens - O sistema de referência utilizado foi o SIRGAS2000, pois conforme a Resolução RPR 01/2005 estabelecida pelo Presidente da República em 2005, os produtos da Base Cartográfica brasileira a partir de 25/02/2015 teriam que ser gerados unicamente em SIRGAS 2000 (IBGE, 2005). Sendo assim, inicialmente realizou-se a transformação do sistema de referencia para UTM/SIRGAS2000, em seguida foi gerado o mosaico das imagens que compõem a área de estudo. A seguir foi analisado o comportamento espectral dos alvos a partir da composição de bandas, conforme apresentado na Figura 2. Inicialmente foram selecionadas as bandas para a composição colorida, ou seja, a cor verdadeira, em que se interpretam os alvos como visto na natureza. No entanto, a escala não permite interpretação da área como um todo e, por isso, selecionou-se as bandas para a composição da *pseudocor*, pois esta possibilita uma melhor distinção das variáveis da imagem, uma vez que se trata de uma área urbana e existem muitas variáveis que podem ser confundidas. Em seguida ajustou-se para obtenção da composição infravermelho, pois esta possibilita melhor distinção de vegetação, corpos d'água e edificações, uma vez que se trabalhou com uma área rural, esta composição pode ser vista no Quadro 3. Outro passo foram os ajustes aos histogramas das bandas da imagem para a melhor interpretação dos objetos da área.

Figura 2: Composição de Bandas das Imagens para melhor análise da zona rural em Moreno - PE

Quadro 3 - Composição RGB usadas nas cartas imagem

Filtros	Composição/Bandas		
	Cor Verdadeira	Falsa Cor	Infravermelho
R	3 (Vermelho)	4 (Red-Edge)	5 (Infravermelho)
G	2 (Verde)	3 (Vermelho)	2 (Verde)
B	1 (Azul)	2 (verde)	3 (Vermelho)

Em análise a Figura 2, destaca-se que a composição de infravermelho foi a que mais possibilitou a identificação das variáveis de estudo. Pois, a partir desta composição foram feitos os mapas temáticos. Isto devido ao fato de que na imagem de cor verdadeira identifica-se a vegetação, mas o solo exposto pode ser confundido com edificações, as estradas não são facilmente identificadas.

- Confeção das Cartas Imagem - O primeiro passo foi inserir o mosaico das imagens de satélite no programa ArcGIS® versão 10.1, em seguida foram sobreposto os dados vetoriais (ponto, linha e polígonos) da hidrografia, aglomerado rural, cidades, vila, área urbana, ferrovia e rodovia, obtidos no Banco de Dados Geodésico do IBGE (2016b) e o limite do GRID de articulação da Folha, cedido pelo DSG – EX (2016). A área foi limitada pelo limite da carta topográfica na escala de 1:50.000.
- Análise do Plano Diretor de Jaboatão dos Guararapes - A estruturação espacial da cidade deve considerar as características morfológicas e tipológicas do ambiente construído, respeitando a diversidade cultural. Onde o uso e a ocupação do solo deverão ser compatíveis com a oferta de infraestrutura, saneamento e serviços públicos e comunitários, levando em consideração o direito de vizinhança, a segurança do patrimônio público e privado, a preservação e recuperação do ambiente natural e construído. Vale ressaltar que para melhor estruturação espacial, as cartas imagem com escalas grandes possibilitam um maior detalhamento e corrobora com o planejamento urbano municipal, baseado nos artigos, incisos e parágrafos.
- Novo Código Florestal: Leis de Preservação Ambiental (Lei Nº 12651/2012) - Em seu artigo 3 inciso 2, esta lei define que a Área de Preservação Permanente – APP é a área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Em seu inciso 8, letra b, destaca que

é proibido: as obras de infraestrutura destinadas às concessões e aos serviços públicos de transporte, sistema viário, inclusive aquele necessário aos parcelamentos de solo urbano aprovados pelos Municípios, saneamento, gestão de resíduos, energia, telecomunicações, radiodifusão, instalações necessárias à realização de competições esportivas estaduais, nacionais ou internacionais, bem como mineração, exceto, neste último caso, a extração de areia, argila, saibro e cascalho.

Resultados e discussão

A Figura 3 apresenta a carta imagem, com a utilização das cartas topográficas identificando o município de Jaboatão dos Guararapes e os municípios adjacentes. A carta imagem foi gerada a partir das duas folhas de Vitória do Santo Antão e do Recife. A partir destas, obtém-se a carta imagem do município de Jaboatão dos Guararapes, correspondente as nomenclaturas SC-25-V-A-II-2 e SC-25-V-A-III-1.

Os produtos cartográficos espacialmente referenciados as cartas imagem foram geradas a partir de informações cadastrais, topográficas e temáticas. As cartas topográficas foram utilizadas para desenvolver as cartas imagem, pois estas apresentam os elementos da toponímia, principais feições naturais e artificiais, domínios, as ocupações e suas relações espaciais.

Em contrapartida os produtos cartográficos temáticos foram importante devido à representação espacial que privilegia ou distingue categorias de elementos naturais ou artificiais. Adicionalmente a estas informações a Carta Imagem foi confeccionada de acordo com o conceito do IBGE (2016c), a partir de pontos identificáveis e com coordenadas conhecidas, superposta por reticulado da projeção, contendo simbologia e toponímia, como visto na Figura Nº 3.

Observa-se sob a Folha SC-25-V-A-II-2, que é a folha de Vitória do Santo Antão, onde está localizado parte de Jaboatão dos Guararapes, que os pontos verdes (triângulos) são os aglomerados rurais, os pontos vermelhos (quadrados) são as vilas, e também se apresenta, em linhas, a ferrovia, a hidrografia e as rodovias. Estas

informações são muito importantes para o planejamento urbano, pois em algumas áreas não se pode construir devido ao risco, por exemplo, de morar próximo aos corpos d'água, onde as pessoas correm o risco de enchentes.

Sob a Folha SC-25-V-A-III-1, a qual é a folha do Recife. Além das feições presentes na carta anterior, há as áreas edificadas, a capital do estado e o oceano. Assim como as informações anteriores, estas informações são muito importantes para planejamento urbano, pois em algumas áreas não se pode construir devido ao risco, por exemplo, de morar próximo à ferrovia, porque, dependendo do raio de proximidade, as edificações não se mantêm intactas.

Na Folha SC-25-V-A-II-2, observa-se que há um corpo d'água, sendo assim construiu-se um mapa temático com escala de maior detalhe, em torno deste para melhor análise, utilizando como base o plano diretor da cidade de Jaboatão dos Guararapes e a Lei Nº 12651/2012 que rege as APPs. A Figura 4 apresenta a ocupação do solo em torno do corpo d'água: Lagoa Olho d'Água.

Observa-se na Figura 4 que o adensamento de residências próximas às ferrovias, ultrapassa o limite autorizado. Outro fato observado é que existe uma densificação próxima à área de APP ao Oeste da Lagoa. O plano diretor utilizado foi o do ano de 2013. Quando se analisa a questão em relação às zonas de adensamento observa-se que existem áreas em que o adensamento deveria ser baixo, mas já estão apresentando na imagem um adensamento alto. Nas áreas que segundo o plano diretor deveriam ter adensamento restrito, a situação é contrária. O adensamento em algumas partes é baixo, mas existem áreas com o adensamento considerado alto e até ultrapassando a área de adensamento restrito. A Figura 5 apresenta outro fato importante para caracterização do zoneamento. Trata-se uma área rural, mas nesta pode-se observar claramente modificações no uso e ocupação principalmente relacionada a áreas de lazer, área industrial e variação da vegetação.

Observa-se na Figura 5 que grandes modificações antrópicas foram realizadas nessa área rural, de 10.449.753 m², em Moreno – PE. Próximo à vegetação densa existem benfeitorias de lazer, as quais ocupam uma área de 172.326 m². Assim como se observa área industrial que ocupa uma área de 485.212 m² e a BR que corta essa área. Há também estradas não pavimentadas, assim como existem ferrovias. Outra modificação da paisagem natural é a área de cultivo, a qual ocupa uma porção de 45.077 m². A partir do mapa temático obtido foi possível quantificar a área

para cada classe selecionada. A Tabela 4 apresenta esses dados numéricos.

Foi fundamental o mosaico das imagens *RapidEye*, pois este permitiu uma visualização das feições sem distorção, com resolução espacial de 5 m. Outro fator importante é a questão da composição das bandas RGB utilizadas 321, 432 e 523, pois estas foram essenciais na tomada de decisão para melhor interpretação das feições das imagens. Outro procedimento primordial foram os índices da nomenclatura e o número do mapa índice que foram utilizados, pois são indispensáveis para que se possa identificar a área e fazer a relação com outros mapeamentos. Outro ponto a ser ressaltado é que as Cartas foram geradas em folha A1 com um *layout* padrão que possa ser replicado em outros levantamentos de acordo a norma ET-PCDG (CONCAR, 2016). E assim colaborar com a atualização das bases cartográficas para áreas que são deficientes, ou seja, há ausência de dados.

Figura 3: Localização do município de Jaboatão dos Guararapes nas cartas topográficas e com suas respectivas articulações

Figura 4: Ocupação do solo em torno de um corpo d'água, localizado no município de Jaboatão dos Guararapes.

Figura 5: Mapa da análise da Área em zona rural da cidade de Moreno - PE

Tabela 4: Uso do solo da área rural de Moreno-PE e seu respectivo percentual ocupado

Classe	Área (m ²)	Percentual (%)
Vegetação Densa	1.756.919	16,81
Vegetação Rasteira	7.850.303	75,12
Posto Ferroviário	5.982	0,06
Solo Exposto	29.236	0,28
Benfeitorias de Lazer	172.326	1,65
Área de Cultivo	45.077	0,43
Área Industrial	485.212	4,64
Demais Feições	104.698	1,01

Conclusões

O desenvolvimento das cartas imagem com escalas grandes a partir de imagens de satélites de alta resolução mostra que com a aceleração do crescimento urbano, tende a ser construídas edificações em raios pequenos relacionados à ferrovia, rodovia e corpos d'água.

As ocupações irregulares estão presentes na sociedade moderna e tende a causar impactos no sistema de transportes, meio ambiente, infraestrutura básica, estrutura socioeconômica e os padrões funcionais e urbanísticos.

A partir da metodologia desenvolvida, vale ressaltar que pode ser aplicada em outras áreas que tenham carência de dados cartográficos para identificar as características do zoneamento urbano. É primordial que, para a utilização e aplicação de todas as potencialidades dos sistemas de posicionamentos globais mais modernos, é necessário que o processamento da imagem esteja referenciado a uma Base Cartográfica, ou seja, a um Sistema Geodésico de Referência permitindo obtenção de informações dos sensores orbitais sem a perda de qualidade.

Vale ressaltar que a localização e articulação da folha são imprescindíveis para a sobreposição de dados cartográficos e assim ter um resultado coincidente com a área trabalhada.

A partir dos resultados obtidos é possível atualizar os dados de rodovias, ferrovias, área urbana, edificações, adensamento das áreas e hidrografia da base planimétrica do IBGE, utilizando a técnica de interpretação de imagem de satélite de alta resolução. Sendo assim, a base cartográfica do município pode ser atualizada com informações em escalas maiores. Adicionalmente, os resultados podem ser utilizados como instrumento para o planejamento territorial, uma vez que se trabalhou com o que há no Plano Diretor do município de Jaboatão dos Guararapes e com o Novo Código Florestal.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer ao Ministério do Meio Ambiente por fornecer gratuitamente em seu Geocatálogo as imagens de satélite de alta resolução RapidEye. E ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística por disponibilizar gratuitamente as informações vetoriais.

Referências

- Amaral, R.; Ribeiro, R.R. Desastres naturais conhecer para prevenir: Inundações e Enchentes. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- Banco de Dados Geográfico do Exército. Layout, 2016. Disponível em <http://www.geoportal.eb.mil.br/bdgex/>. Acessado em 18/06/2016.
- Bandeira, A.P.N., Coutinho, R.Q. Gerenciamento de Risco de Escorregamentos de Encostas na Região Metropolitana do Recife –PE. COBRAMSEG, 2008.
- Boak, E.H.; Turner, I.L. Shoreline Definition and Detection: A Review. Journal of Coastal Research, 2005, N° 21, p. 688-703.
- CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia; Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais-Especificação Técnica para a Produtos de Conjunto de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-PCGV). Editoração e impressão pela Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro, 2ª Edição, Brasil, 2016.
- Da Silva, J.F.C. Mapas, Cartas e Plantas: Documentos Cartográficos, 2015. Disponível em: http://www2.fct.unesp.br/docentes/carto/JoaoFernando/EngeCart/Carto_I/CartoI_2015_Aula5_DocsCartoDefinicoesCIM.pdf
- Da Silva, L.M. Modelagem Fuzzy como subsídios para a espacialização da vulnerabilidade costeira à erosão. Dissertação de Conclusão de Curso (Mestrado em Ciências Geodésicas) UFPE, 2013, 167 p.
- Da Silva, L.M.; Gonçalves, R.M.; Lira, M.M.S.; Pereira, P.S. Modelagem fuzzy aplicada na

- detecção da vulnerabilidade à erosão costeira. Boletim de Ciências Geodésicas, sec. Artigos, Curitiba, v. 19, nº 4, p.746-764, out-dez, 2013. On-Line version, ISSN 1982-2170 <http://dx.doi.org/10.1590/S1982-217020130004000014>.
- De Freitas, S.R.C. Geodésia e Bases Cartográficas, 2014. Disponível em: <http://www.cartografica.ufpr.br/home/wp-content/uploads/2015/03/Geod%C3%A9sia-e-Bases-Cart.pdf>. Acessado em 10/05/2016.
- DSG-EX (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro). Disponível em: <http://www.geoportal.eb.mil.br/mediador/#>. Acessado em: 25/09/2016.
- Gonçalves, R. M.; Pacheco, A. P.; Tanajura, E. L. X. Da Silva, L. M. Urbanização costeira e sombreamento na praia de Boa Viagem, Recife-PE, Brasil. Revista de Geografia Norte Grande, 54: 241-255, 2013.
- Hapke, C.; Plant, N. Predicting coastal cliff erosion using a Bayesian probabilistic model. Journal of Marine Geology, Nº 278, P. 140-149, 2010.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Noções Básicas de Cartografia. Rio de Janeiro, 1998. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/cartografia/nocoas_basicas_cartografia.pdf. Acessado em 10/05/2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Resolução do Presidente em 25/02/2005. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/metodos_e_outros_documentos_de_referencia/normas/rpr_01_25fev2005.pdf.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Mapa de distribuição da população 2000. Disponível em Internet: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/mapas_doc1.shtm. Acessado em 15/06/2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Mapa de distribuição da população 2010, 2010. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/mapas_doc1.shtm. Acessado em 13/05/2016.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Noções Básicas de Cartografia. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html. Acessado em 10/05/2016a
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Noções Básicas de Cartografia: Índice de Nomenclatura e Articulação de Folhas. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/manual_nocoas/representacao.html. Acessado em 15/05/2016b
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Banco de Dados Geodésicos. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/sgb.shtm>. Acessado em 16/05/2016c.
- Krellenberg, K.; Höfer, R.; Welz, J. Dinámicas recientes y relaciones entre las estructuras urbanas y socioeconómicas en Santiago de Chile: el caso de Peñalolén. Revista de Geografía Norte Grande. Nº 48, p. 107-131, 2011.
- Lei da Área de Preservação Permanente (Lei Nº 12651/2012). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm
- MMA - Geo Catálogo do Ministério do Meio Ambiente, 2016. Disponível em: <http://geocatalogo.mma.gov.br/>. Acessado em 15/09/2016.
- MUNDOGEO – IBGE apresenta 25 novas cartas imagem da Base Cartográfica do Brasil Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2016/12/01/ibge-apresenta-25-novas-cartas-imagem-da-base-cartografica-do-brasil/>. Acessado em 21/12/2016.
- MUNDOGEO – IBGE disponibiliza cartas imagem do Piauí, Bahia, Pernambuco, Ceará e Maranhão. Disponível em: <http://mundogeo.com/blog/2017/12/12/ibge-disponibiliza-cartas-imagem-do-piaui-bahia-pernambuco-ceara-e-maranhao>. Acessado em 19/12/2017.
- Novack, T.; Kux, H.J.H. Urban land cover and land use classification of an informal settlement area using the open-source knowledge-based system InterIMAGE. Journal of Spatial Science, p. 23- 41, 2010.
- Plano Diretor de Jaboatão Dos Guararapes – PE, 2013. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-jaboatao-dos-guararapes-pe>. Acessado em 12/06/2016.
- Polidoro, M.; Takeda, M.M.G.; Barros, O.N.F. Análise temporal do processo de conurbação na região de Londrina-PR por meio de imagens Landsat. Revista Geográfica Acadêmica, Vol. 3, Nº 1, p.70-77, 2009.
- Reckziegel, B.W.; Robaina, L.E.S. Riscos geológico-geomorfológicos: revisão conceitual. Ciência e Natura, UFSM, 2005, Volume 27, Páginas 65-83.

- RapidEye: Delivering the World – Satellite Imagery Product Specifications (2016). Disponível em: http://www2.flyby.it/images/brochure/rapideye/eng/RE_Product_Specifications_ENG.pdf
- Sánchez, R. La debilidad de la gestión del riesgo en los centros urbanos. El caso del Área Metropolitana de Santiago de Chile *Revista de Geografía Norte Grande*, 2010, Nº 47, P. 5-26.
- Santos, J.C., Toujaguez, R., Silva, B.Q., Da Silva, L.M. Atualização do Mapeamento de Risco Geológico do Bairro Mutange no Município de Maceió-AL, Brasil. *Libro de Actas del XVII Simposio Internacional em Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica: Geotecnologías, herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para um futuro sostenible* 17, 291-303, 2016.
- Santos, J.C., Toujaguez, R., Silva, B.Q., Da Silva, L.M. Update of Geological Risk Mapping of the Mutange District in the Municipality of Maceió - AL, Brazil. *Serie Correlación Geológica*, 33 (1 - 2): 143 – 154, 2017.
- Silva, B. Q.; Da Silva, L. M.; Santos, J. C. Utilização de Imagens de Satélite de Alta Resolução para Confecção de Cartas Imagens para o Município de Jaboatão Dos Guararapes-PE, Brasil. *VI Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias Da Geoinformação*, 2016.
- Teixeira, J.C.; Heller, L. Fatores ambientais associados à diarreia infantil em áreas de assentamento subnormal em Juiz de Fora - Minas Gerais. *Revista Brasileira de Saúde Materna Infantil Recife*, Nº 5, p. 449-455, 2005.
- Tominaga, L.K. Desastres naturais conhecer para prevenir: Escorregamento. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.
- Vianna, F.M.; Oliveira, Y.M.M.; ROSOT, M.A.D. Utilização de cartas-imagem em levantamento aeroexpedito como tecnologia associada para o mapeamento florestal. *I evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas*, 2002.
- Villaça, F. Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil (no prelo) e Crise do planejamento urbano. In *Revista Perspectiva*, 1995, Vol. 9, nº 2. 12 p.