

AS IMAGENS DE SENSORIAMENTO REMOTO NO PLANEJAMENTO URBANO DE CIDADES PEQUENAS: A NECESSIDADE DA ADOÇÃO DE IMAGENS AÉREAS

Beatriz de Azevedo do Carmo¹, Thiago Azevedo², Lindon Fonseca Matias³

¹Doutoranda em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Unicamp/Campinas (SP) e professora interina do curso de graduação em Geografia da Unemat/Sinop (MT), e-mail: b264830@dac.unicamp.br; ²Mestrando em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Unicamp/Campinas (SP) e bolsista de mestrado pelo CNPq, e-mail: t187554@dac.unicamp.br; ³Professor Associado do Departamento de Geografia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), e-mail: lindon@unicamp.br.

RESUMO

O planejamento urbano e o crescimento das cidades, são processos que, na maioria dos casos, não possuem desenvolvimento e materialização de forma homogênea, ocorrendo simultaneamente, dando origem a áreas urbanas cada vez mais degradadas ambientalmente e desiguais socialmente. Há vários instrumentos para acompanhamento desse processo que a administração pública pode fazer uso, um deles são os dados provenientes do sensoriamento remoto. Neste trabalho é discutido quais imagens de sensoriamento remoto (orbitais e aéreas) são mais adequadas para o planejamento socioambiental e gestão de cidades pequenas. Visando isso, foram realizadas pesquisas bibliográficas, para constituir a base teórica, assim como pesquisas de campo, para coleta de imagens com uma Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), e trabalho de gabinete, para o processamento e análise das imagens, bem como a elaboração dos produtos cartográficos. Pretende-se, com isso, contribuir para que as práticas do planejamento urbano, fundamentadas em geotecnologias, sejam mais efetivas, possibilitando o maior benefício para a sociedade.

Palavras-chave — Geotecnologias; Gestão urbana; Aeronave Remotamente Pilotada (RPA)

ABSTRACT

The processes of urban planning and urban growth usually don't present a homogeneous development and materialization, occurring simultaneously, resulting in an urban space with high level of environmental degradation and social inequality. Public administration can use a diverse range of instruments to monitor this process, one of which being data from remote sensing techniques and databases. This work discusses which remote sensing imagery (aerial and orbital) are more adequate for socio-environmental planning and the administration of small cities. With that, bibliographic reviews, field research with a Remotely Piloted Aircraft (RPA) and data processing were made, aiming a theoretical basis, a cartographic database, and data analysis. The main goal of this work is to aid urban planning based on geotechnologies, so that society have more benefits from more effective mobilizations.

Key words — *Geotechnologies; Urban Planning; Remotely Piloted Aircraft (RPA).*

1. INTRODUÇÃO

A sociedade produz sua rede de relações por meio de uma base material, que vai se desenvolvendo e sendo criada, a partir da profundidade e grau de interação que a sociedade estabelece com a natureza, tornando a natureza cada vez menos primitiva e desconhecida, de maneira que esta se transforma em algo cada vez mais humano [1]. Esse processo de transformação da natureza realizado pela sociedade é orientado via modo de produção capitalista, sistema econômico vigente na sociedade. E a base material criada por meio da interação da sociedade com a natureza pode ser compreendida como todas as estruturas materializadas no espaço geográfico, dentre elas, a cidade.

Inicialmente, para compreender a cidade é necessário se colocar diante de sua dimensão espacial materializada, se revelando por meio das relações sociais que lhe dão forma [2]. A priori, sua concepção correlaciona-se com assentamentos humanos extremamente diversificados, a partir das atividades econômicas que ali são desenvolvidas, diferenciando-se principalmente dos assentamentos rurais, já que há uma enorme diversidade de bens, serviços, produtos, dentre outros, sendo ofertados nesta área [3].

A paisagem urbana, em suas diversas formas e marcas, trata-se basicamente da ordem e do caos, originada principalmente do processo de produção do espaço urbano e consequentemente da cidade, que ocorre de forma desigual e combinada [1]. Compreender esse processo é entender também que a urbanização, quando não alinhada a mecanismos de gestão efetiva, origina a ausência de projetos de planejamento urbano que atendam amplamente os interesses da sociedade, como também não promove a preservação ambiental, o que oportunamente irá ocasionar em ocupações irregulares em Áreas de Preservação Permanente (APP), riscos socioambientais (erosões, alagamento, enchentes etc.), além de outras situações de desequilíbrio [4].

Por este motivo, torna-se necessário pensar e planejar as cidades a partir de todas as esferas em interação nessas áreas, que são: a sociedade, a natureza e a economia. Só assim torna-se possível a criação e manutenção de áreas

urbanas que garantam o bem-estar social, o desenvolvimento econômico e a coexistência sustentável com a natureza.

No que se refere ao planejamento urbano, pode-se defini-lo como um processo composto por escolhas e instrumentos adequados para conduzir situações especializadas em áreas urbanas [5]. Planejar a partir de fenômenos pré-existentes é uma prática usual e amplamente difundida, contudo, é interessante que o processo de planejamento seja realizado antes que essas situações apareçam, a partir de projeções e é assim que seria garantida a não exposição da sociedade a situações de risco. Neste contexto as geotecnologias se mostram como aliadas indispensáveis no processo de construção e implementação de projetos de planejamento urbano.

Os instrumentos denominados de geotecnologias aparecem em diversas disciplinas tradicionais disponíveis para profissionais que atuam na área de geociências e engenharias. Dentre elas estão a Cartografia, a Topografia, a Geodésia, a Aerofotogrametria, o Sensoriamento Remoto por Satélites, o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e o Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS) [6]. Entendendo que estes instrumentos constituem um dos elementos das práticas sociais do presente momento histórico, compreende-se que eles influenciam na forma pela qual se percebe, representa e analisa o espaço geográfico e na mesma medida seu processo de (re)produção sócio-espacial [7].

Diante destas questões fica evidente que ao lidar com a sociedade, via planejamento urbano, é imprescindível a utilização de diversos instrumentos que contribuam para a sua efetivação. Os instrumentos provenientes das geotecnologias permitem a ampliação do campo de visão do planejador, como também a projeção de fenômenos, tornando mais clara as atitudes que devem ser tomadas em benefício da sociedade.

Neste trabalho, objetivou-se a discussão sobre o sensoriamento remoto e quais seriam as resoluções espaciais mais eficazes para o planejamento de cidades pequenas, tomando como área empírica de análise a cidade de Pacaembu, no interior do estado de São Paulo (Figura 1).

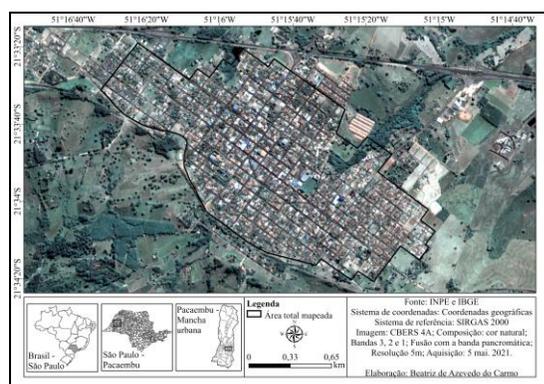


Figura 1 – Localização da área de estudo, a cidade de Pacaembu (SP)

Portanto, pretende-se demonstrar como diferentes resoluções espaciais das imagens podem contribuir nas diversas áreas do planejamento urbano, atuando para a construção e consolidação de áreas urbanas que beneficie a sociedade de forma ampla, atendendo as suas diversas necessidades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram utilizados alguns instrumentos voltados para a pesquisa científica, dentre eles, a pesquisa bibliográfica, a pesquisa de campo e o trabalho de gabinete. A pesquisa bibliográfica é fundamental para qualquer estudo científico, pois influencia e auxilia nas demais etapas da realização da pesquisa científica [8]. Neste estudo, este procedimento se fez presente em todas as etapas da construção da pesquisa, desde o estabelecimento das bases teóricas, como na estruturação e planejamento da pesquisa de campo e por fim na orientação do trabalho desenvolvido em gabinete.

A pesquisa de campo foi direcionada para a coleta de imagens aéreas com a utilização de uma RPA, modelo *Phantom 4* (disponibilizada pelo curso de Geografia da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT, campus Sinop - MT), seguindo a sua realização em três etapas para a sua execução, pré-campo, campo e pós-campo [9]. Não foram utilizados pontos de apoio no processamento digital das imagens, já que o objetivo principal do estudo era a análise da qualidade alcançada pela resolução espacial e não a precisão dos dados, tendo em vista que não seria de fato uma aplicação voltada para a engenharia e projetos para a execução.

Durante a realização do trabalho de gabinete foram utilizados dois softwares o *Agisoft Metashape* (licença educacional cedida pela UNEMAT) no processamento digital das imagens do RPA, e o *ArcGIS PRO* (licença educacional cedida pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP) para a elaboração dos produtos cartográficos apresentados ao longo deste artigo, como também no processamento das imagens dos satélites CBERS 4A (sensor WPM), *Landsat 8* (sensor OLI), *Sentinel-2* (sensor MSI) e *RapidEye* (sensor REIS). O processamento digital das imagens, em linhas gerais, possui a função primordial de fornecer ferramentas que facilitam na identificação e extração de informações que estão contidas nas imagens, para facilitar o processo de fotoidentificação [10], o desempenho necessita de um computador digital dedicado, considerando a entrada e saída de imagens para a extração de atributos, auxiliando no processo de reconhecimento de objetos [11].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na construção e implementação do planejamento urbano é indispensável a utilização de instrumentos que auxiliem em todo o processo, de construção dos projetos, implementação

e acompanhamento, através da gestão urbana. Dentre os instrumentos que cumprem a função de auxiliar o planejamento e a gestão urbanos estão as geotecnologias, por proporcionar a ampliação do campo de visão do planejador, como também auxilia na análise espacial mais aprofundada dos fenômenos espacializados no espaço geográfico.

Os dados de sensoriamento remoto, em especial as imagens, têm seu uso bastante difundido nas práticas do planejamento urbano [12], em partes, principalmente em decorrência dos cálculos e atualizações do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) [9]. Quando aplicado em áreas com recorte espacial menor, um dos grandes desafios encontrados, principalmente para as cidades pequenas, além da resolução temporal dos dados, é a resolução espacial, tendo em vista que na maioria dos casos as imagens disponíveis gratuitamente (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, Ministério do Meio Ambiente – MMA e *Earth Explorer*) não atendem efetivamente as demandas dessas localidades.

No caso específico do município de Pacaembu, durante uma conversa de caráter exploratório junto a um representante da gestão, foi exposto que dentre os dados ofertados pelas RPAs através do processamento digital de imagens já utilizado pela prefeitura foram as ortoimagens, e até o ano de 2019, o único ano que eles tinham dados era o de 2016. Além disso, os dados não eram gerados pelos próprios funcionários da prefeitura, eram todos dados comprados de empresas privadas, ou seja, trabalho terceirizado, muitas vezes aumentando o custo deste tipo de serviço, tendo em vista que como relatado, foi dividido no orçamento municipal de dois anos, isso porque os secretários e engenheiros da prefeitura, até aquele momento, não sabiam trabalhar com estes tipos de dados.

Sabe-se que as RPAs podem gerar outros dados básicos, além das ortoimagens, como os Modelos Digitais de Elevação (MDE), os Modelos Digitais de Superfície (MDS) e as curvas de nível, os quais seriam muito interessantes para a utilização por parte das prefeituras municipais, por diversificar as informações que a prefeitura teria acesso, ampliando a compreensão dos fenômenos presentes na cidade.

Como mencionado anteriormente, nesta pesquisa nos atemos a discussão da comparação das diferentes resoluções espaciais, de nível orbital (disponível gratuitamente) e aéreo (RPA). Sabe-se que a definição de uma resolução espacial para realizar análises espaciais, seja em recortes espaciais maiores ou menores, irá depender do objetivo e da área estudada. Assim, tornando-se necessário um estudo prévio para compreender as necessidades da localidade, como também as resoluções adequadas para o estudo, além de é claro, a resolução espacial.

Por este motivo, em diversos casos, as imagens orbitais disponíveis gratuitamente correspondem bem as demandas encontradas pelas prefeituras. Mas esse contexto acaba levantando uma questão, problemas em áreas menores não

existem, ou não são representados e analisados por falta de dados em uma resolução espacial (e temporal) que se adequa a realidade abordada e corpo técnico que saiba trabalhar com este tipo de dado?

Na figura 2 estão expostas as imagens utilizadas para a comparação das resoluções espaciais, todas em escala de visualização de 1:2.045, focando apenas em um campo de futebol na área leste do sítio urbano de Pacaembu (SP). As resoluções espaciais são apresentadas na figura da maior (mais detalhamento) para menor (menos detalhamento). Então, quando incluída a banda pancromática na composição colorida (CBERS 4A e Landsat 8) e a resolução espacial apresenta um detalhamento melhor, a apresentação continua seguindo o padrão de apresentação.

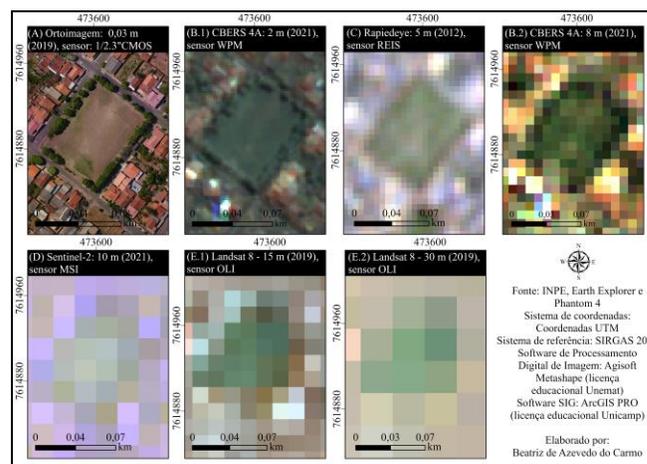


Figura 2 – Comparação das diferentes resoluções espaciais, nível aéreo (Phantom 4 (A) e orbital (CBERS 4A (B.1 e B.2), RapidEye (3), Sentinel-2 (D) e Landsat 8 (E.1 e E.2)

A escolha das imagens dos satélites analisados foi orientada pelo seu uso e acesso (gratuito). Como os satélites da família Landsat (E.1 e E.2) são amplamente utilizadas na academia, em análises regionais (uso e ocupação da terra, expansão de manchas urbanas, dentre outros), eles foram incluídos, mas por terem resoluções espaciais de 15m (com a banda pancromática) e 30m (sem a banda pancromática), já de início mostram uma enorme dificuldade de utilização em análises locais. Seguindo a essas imagens estão as do satélite Sentinel-2 (D), com resolução espacial de 10m, que ainda não oferta um detalhamento que propicie uma visualização eficaz para fenômenos espaciais em áreas menores. As três resoluções espaciais orbitais disponíveis gratuitamente que mais se adequam a análises locais, são as dos satélites CBERS 4A (B.1 e B.2), 2m com a banda pancromática, e 8m sem a banda pancromática e RapidEye (C), com 5m de resolução espacial. Contudo, mesmo com um detalhamento satisfatório, dentro do que há disponível, as imagens ainda falham quando a análise local é muito específica (condição de asfaltamento, ocupações irregulares, uso e ocupação da terra detalhado, para compreender áreas

impermeáveis e permeáveis, auxiliando no estudo de casos de alagamentos, enchentes, enxurradas etc. [13]).

A nível de detalhamento, as imagens provenientes de RPA (1), são nitidamente mais adequadas para análises espaciais em nível local, possibilitando a visualização até mesmo da qualidade do asfalto da localidade. Contudo, se a análise espacial durante o processo de planejamento e gestão urbanos for sobre a mancha urbana, atualmente, as imagens do CBERS 4A, em junção com a banda pancromática vão possibilitar uma ampla visualização do quadro geral. Neste caso, as imagens aéreas (RPA), apesar de possuírem um detalhamento ímpar para o planejamento urbano, seu uso é demandado para casos específicos, principalmente no tratar do acompanhamento de obras, tendo em vista que a resolução temporal ocorre de acordo com a demanda do projeto.

Com relação a resolução temporal, Quadro 1, é possível visualizar as diferentes revisitas realizadas pelos satélites e aeronaves utilizados para a comparação da resolução espacial.

| Satélite/Aeronave | Resolução temporal |
|--------------------------------|--|
| CBERS 4A | 26 dias |
| LandSat 8 | 16 dias |
| Rapideye | 24 horas (off-nadir) e 5,5 dias (nadir) |
| Sentinel-2 | 10 dias |
| Phantom 4 (e demais aeronaves) | Quando necessário no acompanhamento de fenômenos espaciais |

Quadro 1. Comparação da resolução temporal alcançada pelos satélites e aeronaves utilizadas.

(Organizado pelos autores, informações retiradas da Embrapa e INPE)

O satélite com a melhor resolução temporal, é o Rapideye, como é possível visualizar, contudo, os dados disponibilizados no MMA não acompanham essa resolução, impossibilitando seu uso mais frequente. Já os demais satélites, há um problema evidente, com a resolução espacial, quando as análises são centradas localmente, com exceção do satélite CBERS 4A, onde o problema na verdade é o tempo de revisita, quando é o caso de acompanhamentos mais frequentes das áreas de estudo.

No que tange ao potencial do uso das imagens obtidas através de RPAs, é possível constatar, que do ponto de vista da resolução espacial e temporal, elas atendem de forma mais efetiva as demandas do planejamento urbano de cidades pequenas, já que a revisita e o detalhamento vão dar o suporte adequado para o acompanhamento de obras e evolução de fenômenos espacializados em seus sítios urbanos. Assim, há a precisão em investimento para a formação continuada do corpo técnico da prefeitura, como também para a aquisição de equipamentos.

4. CONCLUSÕES

A partir desse estudo conclui-se que imagens de sensores orbitais não atendem integralmente as demandas do planejamento urbano de cidades pequenas, pela resolução espacial apresentar pouco detalhamento e contar com tempo de revisita com grande intervalo, não sendo capazes de evidenciar a complexidade do espaço urbano. Por outro lado, imagens obtidas com RPAs apresentam resolução espacial com maior detalhamento e resolução temporal flexível, indo de acordo com as demandas do projeto, possibilitando uma análise mais detalhada do espaço geográfico, assim, sendo mais adequadas ao planejamento urbano de cidade pequenas.

Com isso é notada a necessidade de investimento de recursos financeiros para a aquisição de equipamentos, como também treinamento para a equipe técnica das prefeituras, esses que em muitos casos não possuem formação que contemplem a utilização destes instrumentos.

8. REFERÊNCIAS

- [1] A. F. A. Carlos. *A cidade*. 6ª ed. Contexto: São Paulo, 2001.
- [2] A. F. A. Carlos. *O espaço urbano: novos escritos sobre a cidade*. 1ª ed. Ática: São Paulo, 2007.
- [3] M. L. Souza. *ABC do desenvolvimento urbano*. 11ª ed. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2020.
- [4] V. P. Oliveira Neto. *Ocupações na Área de Preservação Permanente do Córrego Jaracatiá em Colíder (MT) e as ações do poder público municipal*. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Colíder (MT), 2016.
- [5] M. T. G. C. C. Silva. *Os desafios da urbanização nas cidades*. Pós-graduação em Engenharia Urbana - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- [6] G. J. Garcia. *Geotecnologias aplicadas ao planejamento e gestão ambiental*. 1ª ed. UNESP/IGCE/CEAPLA: Rio Claro (SP), 2016.
- [7] L. F. Matias. *Por uma economia política das geotecnologias. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina*. Universidade de São Paulo, 2005.
- [8] J. J. F. Amaral. *Como fazer uma pesquisa bibliográfica*. Local: Fortaleza, 2007.
- [9] B. A. Carmo. *O uso de Veículo Aéreo Não-Tripulado (VANT) no planejamento de cidades pequenas*. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – FCT/Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente (SP), 2019.
- [10] A. P. Crósta. *Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto*. IG/Unicamp, Campinas (SP), 1992.
- [11] R. C. Gonzalez and R. C. Woods. *Processamento digital de imagens*. 3ª ed. Pearson Prentice Hall: São Paulo, 2010.

[12] C. M. Almeida. Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional. *Arq.Urb.* n. 03, p. 98 – 123, 2010.

[13] B. A. Carmo. *Os Modelos Digitais de Terreno na caracterização da vulnerabilidade socioambiental a enchentes na periferia do espaço urbano de Holambra (SP) e as ações do planejamento urbano*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – IG/Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2022.