

O USO DE RPA COMO FERRAMENTA DIDÁTICA EM DISCIPLINAS DO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO

Augusto Cesar Oyama¹, Ivan Langone Francioni Coelho², Julio Cesar Pedrassoli³, Marcel Fantin⁴ e Marcos Roberto Martines⁵

¹EESC-USP, augusto.oyama@usp.br; ²EESC-USP, ivan.coelho@usp.br; ³UFBA, pedrassoli.julio@gmail.com; ⁴IAU-USP, mfantim@sc.usp.br e ⁵UFSCar, mmartines@ufscar.br

RESUMO

Este artigo relata a experiência do uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) na disciplina de graduação nomeada Informalidade urbana e regularização da terra e da moradia. O curso buscou realizar um exercício de leitura e percepção multifacetadas, especialmente em termos sociais, jurídicos e ambientais, além da proposição de diretrizes para um cenário de ocupação de uma favela localizada na área central do município de São José dos Campos. A disciplina, notadamente partindo da prática da extensão, teve como objetivo a reflexão acerca das possibilidades do uso das RPAs aplicadas no contexto da regularização fundiária e pretendeu, ao mesmo tempo, estimular o intercâmbio de experiências entre os participantes, considerando a diversidade de repertório dos mesmos.

Palavras-chave — Aeronaves Remotamente Pilotadas, extensão universitária, regularização fundiária, favelas.

ABSTRACT

This paper reports on the experience of using an RPA in the graduation course named Urban informality and regularization of land and housing. The course sought to carry out a multifaceted reading and perception exercise, especially in social, legal and environmental terms, as well as proposing guidelines for a scenario of occupation of a favela in the city of São José dos Campos. The proposed service course sought to reflect on the possibilities of the use of RPA on land regularization context and, at the same time, aimed to stimulate the experience exchanges between the participants, considering the repertoire of them.

Key words — Remotely Piloted Aircraft, university services, land regularization, slums.

1. INTRODUÇÃO

O processo brasileiro de urbanização – industrialização, acelerado e desigual, impôs uma lógica perversa de negação de direitos constitucionais como moradia digna e acesso aos serviços públicos urbanos essenciais para uma parcela significativa dos cidadãos brasileiros.

Como resultado, em 2010, existiam 6.329 favelas no país com 11,4 milhões de residentes. Isso representa cerca de 6% da população total do país. Entre 1991 e 2010, a população brasileira apresentou um aumento de cerca de 20%, sendo que a população residente em favelas aumentou na ordem de 61%. [1] [2]

No campo do ensino, a compreensão do desafio histórico de se empreender as ações necessárias à regularização fundiária e urbanística das favelas é essencial para a formação cidadã de engenheiros, arquitetos e urbanistas, uma vez que este é um dos grandes desafios sociais a serem enfrentados em nosso país. Este tema está diretamente associado à melhoria das condições de vida da população consubstanciada na garantia da posse e na melhoria da infraestrutura física.

O desenho destas melhorias habitacionais e urbanísticas em favelas demandam a produção de geoinformação, incluindo a planialtimetria do terreno. Entretanto, em regra, inexistem bases cartográficas atualizadas para as favelas com esse nível de detalhamento, sendo as mesmas negligenciadas pelas coletas de dados oficiais. As fontes tradicionais de sensoriamento remoto, que podem auxiliar na tarefa de restituição das informações solicitadas, apresentam alto custo de aquisição e/ou são insuficientes para abordar a complexidade destes territórios, incluindo a individualização dos lotes, o mapeamento das infraestruturas internas e o detalhamento das condições ambientais locais para a delimitação, por exemplo, das áreas de risco geológico-geotécnico e suscetíveis à inundação. [3]

Nesse contexto, o uso de RPA para levantamento aerofotogramétrico vem se popularizando em face da evolução tecnológica desses equipamentos, das câmeras embarcadas e dos softwares de processamento de imagens, resultando na sensível melhora da informação produzida.

Este artigo apresenta o uso de aereolevantamento com suporte de um RPA para uma disciplina de graduação de caráter extensionista do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo com a finalidade de trabalhar com os discentes as potencialidades, obstáculos e desafios da utilização desta tecnologia na regularização fundiária e urbanística de favelas através de práticas extensionistas.

Como estudo de caso foi adotado o Jd. Nova Esperança (popularmente conhecida como favela do Banhado), no Município de São José dos Campos (SP), comunidade esta

que vem lutando contra remoções forçadas e, na atualidade, apresenta-se como um locus importante de luta pela regularização da terra e da moradia.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Durante o desenvolvimento das atividades da disciplina, os alunos utilizaram as seguintes ferramentas para a realização do aerolevanteamento e do processamento de dados:

- RPA Phantom 4 Pro para a captura de imagens sub-orbitais;
- Aplicativo PIX4D Capture utilizado para realizar os planos de voo do RPA;
- Software Agisoft PhotoScan 1.2.4 para processar as imagens obtidas e gerar modelos digitais tridimensionais e ortorretificados;
- Software QGIS 2.18 utilizado na restituição da informação a partir dos dados obtidos;
- Computadores disponibilizados pelo laboratório de informática do Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (IAU-USP).

2.2. Métodos

A disciplina extensionista buscou contrapor abordagens que limitam o estudo da regularização fundiária a um quadro de normativas e técnicas de intervenção e lançou mão de uma estratégia de discussão transversal envolvendo, sobretudo, as dimensões política, jurídica, ambiental e urbanística da informalidade urbana, compreendendo a regularização fundiária como instrumento para o atendimento de direitos humanos fundamentais. Como escreve Lefebvre (1968, p. 43), “cada uma destas especialidades [ambiental, jurídica, urbanística, etc.] traz sua contribuição para uma ciência da cidade. (...) O meio, conceito global e confuso, fragmenta-se segundo as especialidades”. [4]

É nesse contexto que se inscreve a utilização de tecnologia do aerolevanteamento com RPA no contexto das favelas, considerando a operação razoavelmente simples, o baixo custo, a fácil aplicabilidade (e replicabilidade) e o potencial retorno social consubstanciado no mapeamento planialtimétrico e das condições ambientais existentes.

2.2.1. Primeira etapa: o levantamento de dados

O levantamento de dados com o RPA foi realizado a partir de uma capacitação dos alunos, momento no qual foram ministradas noções básicas de aerofotogrametria e processamento de imagens (tanto a aplicação quanto as potencialidades no cenário da cidade informal, isto é, as favelas) (Figura 1).

Em seguida, foram praticados planos de voo, com cerca de 10 minutos cada, através do aplicativo PIX4D Capture (Figura 2).



Figura 1. Momento da capacitação em aerofotogrametria e processamento de imagens.



Figura 2. Capacitação em aerolevanteamento com RPA.

A utilização de duas baterias possibilitou cobrir uma área de 144.968 m² e capturar 251 fotos da área de estudo, sendo a sobreposição de 80% tanto lateralmente quanto longitudinalmente entre as imagens.

Durante o treinamento, os discentes foram alertados sobre algumas condições especiais que deveriam ser observadas antes de realizar o voo; dentre elas, a verificação de uma eventual proximidade com aeroportos, linhas de transmissão (para evitar a interferência eletromagnética), horário de voos com RPA tendo em vista a presença de sombras e aves nas fotografias, assim como as condições de vento e possibilidade de chuva, que podem desestabilizar o RPA.

De forma complementar ao aerolevanteamento, uma equipe em terra auxiliou na coleta de dados, os quais foram cruzados posteriormente com aqueles obtidos pelo RPA. Desse modo, os participantes trabalharam em campo identificando elementos críticos, como condições de saneamento básico (resíduos sólidos, drenagem,

esgotamento sanitário), riscos geológico-geotécnicos e suscetibilidade à inundação, entre outros.

Pelo fato da Comunidade Jardim Nova Esperança abranger uma região de grandes dimensões, ela foi segmentada em 5 áreas, com uma equipe de alunos para cada uma delas de modo a tornar a coleta de dados mais eficiente. Foram registrados os seguintes componentes para cada área:

- **Localização:** nome do logradouro;
- **Gabarito:** número de pavimentos e forma do lote;
- **Uso do solo:** residencial, comercial-serviços, institucional, lotes não utilizados e garagem;
- **Situação ambiental:** tipo de vegetação, eutrofização e qualidade da água/solo;
- **Saneamento básico:** presença de rede de esgoto, de água potável, local de lançamento dos dejetos, armazenamento e coleta de resíduos sólidos;
- **Padrão construtivo:** residência de alvenaria, de madeira ou mista (alvenaria e madeira);
- **Produção agropecuária:** apontamento do tipo de produção (agropecuária, suinocultura, piscicultura).

2.2.2. Segunda etapa: geoprocessamento de dados e elaboração de cartografias respectivas a esses dados

Nesta fase da disciplina, o trabalho desenvolvido pelos discentes teve como norte a análise estrutural das principais dificuldades/necessidades da comunidade, considerando a sua dinâmica local e com a cidade.

Para tanto, os alunos foram capacitados a utilizar os softwares Agisoft PhotoScan e, em especial, o SIG QGIS.

Através do Agisoft PhotoScan, foi realizado o processamento dos dados do RPA utilizando o método SIFT (Scale Invariant Feature Transform) que armazena em um banco de dados os pares de pontos homólogos identificados em fotografias recobertas (sobreposição lateral e longitudinal). A partir destes pontos homólogos é gerada uma nuvem de pontos, o qual, após ser densificada, possibilita determinar a informação de profundidade. Finalmente, foi realizada a construção do modelo 3D, no qual os pontos da densificação são ligados e, em seguida, realizou-se a extração de um Modelo Digital de Terreno (MDT). O produto final é um ortomosaico (com todas as medidas corrigidas).

Em seguida, o ortomosaico foi importado para o software QGIS. A fotointerpreção do mesmo, apoiada pelos dados coletados pela equipe de campo, permitiu delimitar com rigor um quadro situacional do Banhado, facilitando o diagnóstico e o planejamento urbanístico dessa comunidade.

3. RESULTADOS

Ancorada em registros de campo com participação direta de moradores da favela e em estímulos de fontes e repertórios diferentes (profissionais da área e graduandos em

arquitetura, engenharia ambiental e civil), as cartografias produzidas convocaram temas como habitação e sistema viário, uso e ocupação, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e riscos geológico-geotécnicos, entre outros, totalizando 26 mapas temáticos elaborados a partir do ortomosaico da área. As Figuras 3 e 4 são exemplos da cartografia gerada pelos participantes.



Figura 3. Padrão construtivo da Área 1.



Figura 4. Caracterização do saneamento básico da Área 2.

Um conjunto de diretrizes dispostas em eixos temáticos foi proposto em direção ao desenvolvimento de um plano popular de urbanização, inoculando um olhar focado na problematização e na delimitação de responsabilidades.

Algumas das diretrizes enfatizadas foram: (i) revisão e adequação de vias de acesso ao Banhado, de modo a viabilizar transporte público para a comunidade e garantir alternativas para o deslocamento de idosos e portadores de necessidades especiais; (ii) abertura e/ou alargamento de via estratégica para veículos de bombeiros e ambulância; (iii) pavimentação com piso intertravado de concreto permeável

(sistema que permite percolação da água pluvial e redução do escoamento superficial); (iv) caracterização dos efluentes produzidos na área com vistas à elaboração de projetos participativos de tratamento de esgoto, lançando mão, por exemplo, de tecnologias sociais e práticas de permacultura que considerem o uso do solo local; (v) implantação de coleta seletiva de resíduos sólidos realizada na via principal que interliga toda a comunidade; (vi) criação de uma logística para a comercialização de produtos frescos e orgânicos cultivados no Banhado.

4. DISCUSSÃO

4.1. Cartografando espaços negligenciados: a invisibilidade de áreas informais

É notório como o registro e mapeamento realizados iluminaram questões de naturezas política, jurídica, urbanística e ambiental da informalidade urbana. Nessa direção, diante de um cenário de ausências e de fragilidades, especialmente em termos de direitos fundamentais, como habitação e saneamento básico (Acsehrad [5] destaca de forma detalhada esse quadro de injustiças sociais e ambientais), além da carência de bases cartográficas oficiais atualizadas, reforça-se o quadro de que a favela remanesce na condição de invisibilidade (Figura 5). A comunidade apenas torna-se visível quando se apresenta como uma barreira para interesses diversos, em especial, do mercado imobiliário e do poder público.



Figura 5. Área do Banhado, um dos principais cartões postais do município de São José dos Campos, veiculado em meios de comunicação [6] com a favela recortada da foto.

4.2. Viabilidade técnica e dimensão pedagógica do uso de RPA vinculado ao sensoriamento remoto

A utilização do RPA forneceu imagens com GSD de 2,9 cm/pixel. Trata-se de um nível de detalhamento expressivo quando confrontado com imagens da plataforma Google Earth, a qual é também incapaz de acompanhar, em face da resolução temporal das imagens de seu acervo, a dinâmica de constantes transformações de uma favela. Nesse sentido, para obtenção de dados e informações essenciais para a regularização fundiária urbana, o sensoriamento remoto com RPA apresenta-se como alternativa notoriamente viável, de baixo custo e de elevada confiabilidade técnica.

O percurso da disciplina de graduação desdobrou-se em importantes momentos de discussão, capacitação técnica e encontros que reforçaram a função social dessa tecnologia e trouxeram elementos de reflexão sobre a formação profissional e social dos discentes que puderam compreender, das macro a micro escalas, o processo excludente (e muitas vezes intencional) de urbanização.

5. CONCLUSÕES

Diante de um painel de ausências, sobretudo em termos de direitos fundamentais, e de invisibilidade cartográfica da comunidade do Jardim Nova Esperança, numerosos foram os campos (jurídicos, urbanísticos e ambientais) examinados e articulados durante o percurso de atividades conduzidas na disciplina de graduação. Tais atividades envolveram discussões, capacitação, produção de cartografias temáticas e formulação de diretrizes de caráter urbanístico. Para o desenvolvimento dessas atividades, a técnica de aerolevante com RPA se mostrou um valioso instrumento pedagógico, de simples operação, reduzido custo, elevada e fácil aplicabilidade (e replicabilidade), apresentando um grande potencial de retorno social.

Entretanto, é fundamental que estudos vindouros contribuam para a exploração de novas possibilidades de uso de RPA em favelas, incluindo a classificação de imagens para delimitação de edificações e padrões de vegetação, assim como a utilização de apoio de campo para o incremento da precisão absoluta e relativa das ortofotos.

6. REFERÊNCIAS

- [1] IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico**, 2010. Disponível em: www2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm. Acesso em: 13/10/2018.
- [2] IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico**, 1991. Disponível em: biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=782&view=detalhes. Acesso em: 13/10/2018
- [3] Gevaert, C.M., Sliuzas, R., Persello, C., Vosselman, G. (2018). **Evaluating the Societal Impact of Using Drones to Support Urban Upgrading Projects**. ISPRS Int. J. Geo-Inf, 7(91), 1-15. Retrieved from <http://www.mdpi.com/2220-9964/7/3/91>
- [4] LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, [1968] 2008.
- [5] ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais – o caso do movimento por justiça ambiental. In: **Estudos Avançados**, 24 (68), 103-119, 2010.
- [6] GUIA SJC. **Prefeitura dá até final de 2013 para retirar Moradores do Banhado**, 7 de novembro de 2012. Disponível em: www2.guiasjc.com.br/noticias/prefeitura-de-ate-final-de-2013-para-retirar-moradores-do-banhado/. Acesso em: 13/10/2018.