

## Livro de Atas

Apenas Comunicação Oral	Apenas Poster	Comunicação Oral ou Poster	X
-------------------------	---------------	----------------------------	---

(Assinalar com X a opção de submissão desejada)

## WORKFLOW OPEN SOURCE DE FOTOGRAMETRIA AÉREA, DESDE A AQUISIÇÃO AO PROCESSAMENTO DE IMAGENS PROVENIENTES DE RPAS

*Ana Rodrigues; Óscar Moutinho; José Alberto Gonçalves (1)  
Joaquim João Sousa; Ricardo Bento(2, 3)*

(1) Faculdade de Ciências da Universidade do Porto; Rua do Campo Alegre s/n, Departamento de Geociências Edifício FC-3; Porto, Portugal

E-mail: [up200805757@fc.up.pt](mailto:up200805757@fc.up.pt); [up200704231@fc.up.pt](mailto:up200704231@fc.up.pt); [jagoncal@fc.up.pt](mailto:jagoncal@fc.up.pt)

(2) Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Quinta de Prados, 5000-801 Vila Real, Portugal;  
[jj Sousa@utad.pt](mailto:jj Sousa@utad.pt); [rbento@utad.pt](mailto:rbento@utad.pt)

(3) INESC TEC - INESC Technology and Science (formerly INESC Porto)

### RESUMO

A fotogrametria aérea está atualmente em grande desenvolvimento e popularização em virtude do interesse gerado por aparelhos voadores não tripulados, cada vez mais acessíveis aos utilizadores, que permitem, de uma forma versátil e rápida, obter fotografias verticais do terreno. Esta curiosidade despoletou o aparecimento de comunidades *Open Source* e comerciais, tanto no desenvolvimento do *hardware*, como também no *software* para processamento de imagem, existindo atualmente vários tipos de soluções disponíveis. Neste estudo pretende-se apresentar uma alternativa de *workflow* completo *Open Source* de fotogrametria aérea, desde o *hardware* ao *software*.

### 1. INTRODUÇÃO

Um Sistema Aéreo não Tripulado (*Unmanned Aerial Systems - UAS*) consiste num tipo específico de aeronave, que não tem piloto nem passageiros a bordo. Pode ser controlado remotamente ou ser completamente autónomo. Apesar destes veículos terem começado pela vertente militar, os *RPAS*, (*Remotly Piloted Aircraft Systems* – designação atribuída pela Organização de Aviação Civil Internacional) estão atualmente acessíveis ao comprador comum, quer seja pela vertente comercial chave-na-mão, ou a versão de código aberto.

A versão *Open Source* dos *drones* proliferou graças ao aparecimento, em 2007, da controladora de voo mais utilizada, o *ArduPilot*. Foi criada pela comunidade *DIY (Do It Yourself) Drones*, e consiste numa placa eletrónica que se baseia na tecnologia *Open Source* Arduino, que permite controlar várias plataformas autonomamente, quer sejam multi-rottores, asas fixas, helicópteros convencionais e *rovers* [1]. Atualmente existem várias versões de *hardware*, sendo as mais conhecidas o *APM* e *Pixhawk*, e de *software*, o *Arducopter*, *Arduplane* e *ArduRover* [2].

## Livro de Atas

A par desta tecnologia *Open Source* está a fotogrametria aérea, que evoluiu muito graças a estas plataformas aéreas, que juntam a versatilidade dum veículo pequeno, à possibilidade de serem equipados com os mais diversos sensores, desde câmaras *RGB (Red Green Blue)*, com sensores infra-vermelho, LIDAR, câmaras térmicas, entre outros. Os sensores a levar a bordo são usualmente câmaras compactas, frequentemente da marca *Canon*, que podem ser equipadas com o *Canon Hack Development Kit (CHDK)*, que consiste num *software* livre que permite melhorar as funcionalidades destas câmaras, de forma não-permanente nem destrutiva, permitindo programar todos os parâmetros e definições do sensor [3].

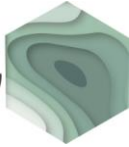
Este súbito interesse por esta vertente de deteção remota, fez catapultar o desenvolvimento de *software* de tratamento das imagens adquiridas, existindo atualmente vários *software Open Source* criados especificamente para imagens obtidas por *RPAS*. Além destes *software*, existem outros que partilham da vertente código aberto, mas que permitem a integração de imagens provenientes de aviões de grande porte convencionais e mesmo de satélites, sendo um dos mais completos o *MicMac*.

O *MicMac* foi desenvolvido por *Pierrot-Deseilligny*, enquanto fazia parte da equipa do *IGN (Institut National de l'Information Géographique et Forestière)*, em 2005 [4]. O objetivo seria providenciar uma ferramenta mais precisa, bem como tornar-se muito abrangente nas áreas de aplicação, englobando modelos digitais de terreno rurais e urbanos provenientes de imagens de satélite, modelação 3D de objetos, deteção de movimentos de terra, entre outros.

Combinando a tecnologia dos *RPAS*, com os sensores e o pós-processamento, é possível ter um *workflow* de fotogrametria aérea completamente *Open Source*.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados neste trabalho consistem na placa controladora *Ardupilot Mega*, equipada com um recetor *GPS Ublox*, um *power module* (dispositivo que permite medir o valor de tensão das baterias), um recetor/transmissor radio telemetria de 433 Mhz (dispositivo que permite comunicar em tempo real com a estação onde se encontra o utilizador) e um transmissor rádio para controlo manual pelo comando. Todos estes dispositivos encontram-se alimentados por uma bateria de polímero de lítio. Além da eletrónica mencionada, faz parte da montagem uma câmara *Canon IXUS 140*, que se encontra a bordo de uma estrutura de *EPO (Expanded Polyolefin) Skywalker 1900*. A montagem final encontra-se na Figura 1 seguinte.

**Livro de Atas**

**Figura 1 - Componentes do *hardware Open Source***

Na chamada “*ground station*”, encontra-se um computador com o *software Mission Planner* e que com o 2º recetor/transmissor de telemetria, permite enviar correções à rota do *RPAS* e receber informações quer do percurso, quer de bateria ou altitude etc., em tempo real. A placa controladora de voo, em conjunto com *software* de planeamento, permitem controlar o disparo da câmara, de modo a que seja garantida uma sobreposição das fotografias, um fator de extrema importância para a fotogrametria, que implica ter uma sobreposição elevada das fotografias do terreno ou edifício/objeto para que seja possível atribuir-lhe a tridimensionalidade requerida. Além disso, permitem também inserir um *geotag* nas imagens, o que insere coordenadas, no sistema WGS84, a cada fotografia no momento do disparo.

Em gabinete irá ocorrer o processamento dos dados com o *MicMac*, que se resume às seguintes funções principais: calcular pontos homólogos nas fotografias, calibração da câmara e um ajuste de feixes que coloca cada fotografia numa posição relativa e corrige distorções. As coordenadas das fotografias são transformadas num sistema local e posteriormente todo o modelo é georreferenciado no sistema desejado. No final as imagens são ortoretificadas e juntas de forma a criar o mosaico final.

### **3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS**

Em termos de *hardware*, os *drones Open Source* têm algumas vantagens óbvias sobre qualquer aparelho comercial, como é o caso do seu custo reduzido e personalização quase total do aparelho. Mas o facto de ser montado pelo utilizador é mais suscetível a falhas e não possui apoio técnico nem garantia, o que para um indivíduo que não possua conhecimentos alargados sobre a eletrónica do veículo, constitui um grande problema. Em termos de desempenho em voo, a controladora em conjunto com a *ground station* permitem planear o caminho que o drone vai tomar automaticamente, desde a descolagem até aterrar, passando também pelo controlo da câmara para assegurar a total cobertura do terreno que se pretende.

No caso do *software* de processamento, como foi referido anteriormente, usou-se o *MicMac*, que permitiu obter o resultado final de exemplo de uma ortofoto (Figura 2) e um modelo digital de superfície (Figura 3), sob a forma de imagem de relevo sombreado.



Figura 2 - Ortofoto resultante do processamento em *MicMac*

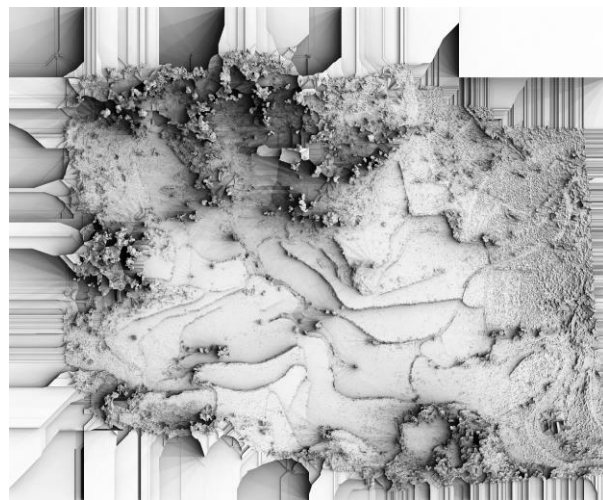
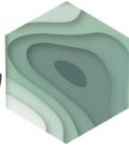


Figura 3 - Modelo Digital de Superfície resultante do processamento em *MicMac*

Não se pretendia neste trabalho fazer uma verificação do rigor posicional dos produtos obtidos, mas apenas uma avaliação qualitativa das suas principais características. Essa avaliação permitiu verificar uma boa continuidade no mosaico de ortofotos, quer em termos de ligação geométrica, quer de equilíbrio de tonalidades. O modelo tridimensional revela grande detalhe das zonas mais angulosas da superfície, como é o caso dos edifícios, dos socacos e da vegetação.

Sendo baseado em linha de comandos e *Open Source*, permite um entendimento mais completo do *workflow* de processamento, e decidir que funções pretendemos usar. Mas por comparação com *software* comerciais, com visualizações mais *user friendly* e processos pré-definidos, o *MicMac* apresenta uma dificuldade inicial de habituação e percepção dos processos, isto porque não possui interface gráfica, permitindo apenas ir exportando alguns produtos durante o processo e recorrer a outros programas para os visualizar. E ao contrário de outros programas de código aberto, a comunidade do *MicMac* é muito reduzida, tornando mais difícil o acesso a apoio numa fase inicial de aprendizagem. É um *software* que



## Livro de Atas

requer que o utilizador tenha conhecimentos avançados de utilização do sistema operativo, bem como de fotogrametria.

Em termos de resultados, o *Micmac* é um *software* testado e documentado como uma boa alternativa de processamento fotogramétrico open source, com qualidade comparável às restantes soluções comerciais [4][5].

## 4. CONCLUSÕES

Descreveu-se neste artigo a montagem de um veículo RPAS baseado em componentes open-source, tendo sido conseguido um sistema perfeitamente funcional, com custos reduzidos, e capaz de adquirir imagens de forma semelhante ao que se consegue com sistemas comerciais. Na componente do processamento fotogramétrico, o programa MicMac permitiu conduzir aos dois principais produtos de informação geográfica (modelo de superfície e ortomosaico) com relativa facilidade, revelando, numa análise qualitativa uma excelente qualidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] History of Ardupilot (Acedido em Maio de 2015) Site oficial do Ardupilot. Acessível em: <http://dev.ardupilot.com/wiki/history-of-ardupilot/>
- [2] ArduPilot Autopilot Suite (Acedido em Maio de 2015) Site oficial do Ardupilot. Acessível em: <http://ardupilot.com/>
- [3] CHDK User Manual (Acedido em Maio de 2015) Site oficial do Canon Hack Development Kit. Acessível em: [http://chdk.wikia.com/wiki/CHDK\\_1.3.0\\_User\\_Manual](http://chdk.wikia.com/wiki/CHDK_1.3.0_User_Manual)
- [4] M Pierrot-Deseilligny (2015) Micmac, Aperio, Pastis and Other Beverages in a Nutshell!
- [5] Remondino F., Pizzo S., Kersten T., Troisi S. (2012) Low-cost and open-source solutions for automated image orientation