

## **Obtenção de fotografias aéreas de pequeno formato e videografia por meio de aeromodelo artesanal adaptado**

Flaubert Agostinho <sup>1</sup>  
Paulo Costa de Oliveira Filho <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste/UNICENTRO-PR  
Caixa Postal 21, 84.500-000, Irati-PR, Brasil  
flaubertagostinho@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Centro-Oeste/UNICENTRO-PR  
Caixa Postal 21, 84.500-000, Irati-PR, Brasil  
paulocostafh@gmail.com

**Abstract.** This study aimed to implement a system for generating small-format aerial photography and videography images to restricted areas or occasional, low-cost, obtained from a portable digital camera attached to a common model airplane wooden craft low density . They performed several adjustments to the aircraft for the insertion of a capsule reinforced low-density wood with glass cover on the back of the aircraft fuselage, to accommodate the camera. Other adjustments were made so they could shoot photos of the shoot and drive at a distance through remote control as well as to balance the aircraft in flight after the placement of reinforced and joint capsule camera. The flights were conducted in a rural area of the Municipality of PR-Irati distant about 15 km from the urban area, occasional or very limited due to the range of the remote control aircraft. Conducted several flights to the model's calibration required for it to acquire the maximum flight stability. Were then obtained aerial photographs of small digital format, which were mosaicked in the application INCSCAPE version 0.46, as well as videography images. Engine vibration of the aircraft proved to be a limiting factor in the aspect of image quality, which resulted in a significant loss of information. Yet the absorption of vibration from the engine of the aircraft is a factor that can be improved. Despite the lack of geometric control and flight strips, the results proved promising in occasional work for environmental impact studies, advertising and tourism, preliminary analysis, among others.

**Palavras-chave,** model airplane, aerial photography, videography, aeromodelo, fotografias aéreas, videografia.

### **1. Introdução**

A prática do aeromodelismo (aeronave não tripulada) vem sendo cada vez mais desenvolvida e utilizada no Brasil para produção de imagens aéreas. No entanto tal equipamento não surgiu para este fim, sendo sua primeira produção em larga escala destinada a fins militares. Os primeiros registros da utilização de veículos aéreos não tripulados em cenário de guerra, segundo alguns arquivos (RPAV, 2003), de agosto de 1849, quando os austríacos atacaram a cidade italiana de Veneza com balões não tripulados carregando explosivos controlados por temporizadores. No entanto, a primeira produção em larga escala de VANTs (Veículos Aéreos Não-Tripulados) foi feita por Reginald Denny, que havia servido a Força Aérea Britânica na Primeira Guerra Mundial. Após a guerra ele emigrou para os Estados Unidos e montou as indústrias Reginald Denny, que produzia as aeronaves radio-controladas. Como dito anteriormente, embora o aeromodelismo tenha surgido com a finalidade de ser utilizado em ataques de guerra, com o passar do tempo passou a ser utilizado para outros fins.

Segundo Piovesan, Silveira e Gonçalves Junior (2003) uma forma prática, barata e rápida de obter fotografias aéreas de uma pequena área com câmaras comuns, consiste em acoplar câmaras em aeronaves radio-controladas (aeromodelos), e determinar uma altura do vôo, velocidade do aeromodelo, tempo de obtenção das fotos e tipo de filme utilizado, de acordo com a área de interesse, para que o produto final possa ser utilizado da melhor maneira

possível. Se corretamente obtidas, estas fotos terão qualidade suficiente para permitir uma fotointerpretação adequada, de onde pode-se extrair as informações de interesse. A partir disso, pode-se pensar que a utilização de fotografias aéreas de pequeno formato, na identificação de áreas restritas de preservação permanente (APPs) pode ser uma alternativa à utilização de cenas de alta resolução espacial obtidas a partir de sensores orbitais (GONÇALVES et al, 2005).

Dependendo da finalidade do estudo, imagens provenientes de câmeras fotográficas comuns podem render ótimos resultados, dispensando toda a aparelhagem apropriada e específica dos aerolevantamentos convencionais, e conseqüentemente barateando todo o processo. A utilização de métodos tradicionais para a obtenção de fotografias aéreas em situações onde se deseja obter informações de áreas restritas pode não ser economicamente viável comparado ao uso de aeronaves rádio-controladas.

Com o uso de aeromodelos, o processo de obtenção de fotos aéreas passa a ser uma alternativa para tomadas aéreas pontuais ou mesmo imagens de videografia, contudo, deve-se considerar as perdas na qualidade do produto final, uma vez que as imagens não são controladas. Como também acontece na aviação, no aeromodelismo fatores climáticos podem gerar alterações de posicionamento e no curso da aeronave durante o vôo, alterações estas que podem gerar erros na obtenção das imagens. Mesmo com sua margem de erro, dependendo da utilização das imagens e da área em estudo, seu uso ainda pode ser viável em algumas situações, como por exemplo, publicidade e turismo, inspeção de pequenas áreas ou a noção inicial de uma área degradada.

No processo de cartografia tradicional, as condições de clima (vento, entre outros) e pilotagem não permitem que o avião mantenha sua altitude constante, bem como a velocidade e horizontalidade das asas. Esses, entre outros fatores, afetam a obtenção de um modelo "ideal" para a estereofotogrametria. Ou seja, mesmo usando dados supostamente controlados (no caso tradicional), o que se obtém é um modelo mais ou menos próximo do ideal, com pequenas distorções. Isso se agrava ainda mais no caso da obtenção de dados não controlados. Assim sendo, um dos prejuízos na utilização de aeromodelos para fotografias é que as imagens são geradas por câmeras comuns transportadas por aeromodelo que podem sofrer distorções devido à instabilidade do vôo, o que é comum e freqüente, não só durante a obtenção de imagens (GONÇALVES, 1995).

A aerofotogrametria é uma técnica vastamente difundida e utilizada em mapeamentos. Sua qualidade é indiscutível e seus métodos vêm evoluindo constantemente. Essa qualidade deve-se muito ao fato da alta precisão das câmeras utilizadas e dos sofisticados recursos eletrônicos e computacionais, que trabalham em conjunto com um minucioso sistema de lentes. Essas câmeras, geralmente são instaladas em aeronaves convencionais ou helicópteros, e a obtenção de imagens de uma área depende de uma série de fatores que devem ser considerados na etapa de planejamento, antecedente ao vôo. Todos esses procedimentos, mais as etapas posteriores ao vôo, tornam o levantamento aerofotogramétrico uma técnica de alto custo, limitando sua utilização a projetos, que abrangem grandes áreas. Esse tipo de vôo depende também de fatores climáticos e autorizações do Departamento de Aviação Civil – DAC (PIOVESAN, SILVEIRA e GONÇALVES JUNIOR, 2003).

Entretanto, quando a área a ser analisada é reduzida, uma alternativa pode ser o uso de imagens obtidas por uso de VANT.

No Brasil, os primeiros relatos de veículos aéreos não tripulados (VANT's) ocorreram na década de 80, quando o Centro Técnico Aeroespacial (CTA) desenvolveu o projeto Acauã. Atualmente, os projetos visando o desenvolvimento de VANT's autônomos são conduzidos pelos institutos de pesquisa CTA e Centro de Pesquisas Renato Archer (CenPRA). Tais pesquisas são realizadas com a finalidade de identificar anormalidades nas lavouras ou no mapa de produtividade, todas direcionadas à agricultura de precisão (MEDEIROS et al.,

2008). Segundo Antuniassi e Salvador (2002) a coleta de imagens para a identificação de manchas nas lavouras pode ser obtida de vários tipos de plataforma, tais como aeromodelos, balões e aeronaves de pequeno porte. As imagens aéreas de satélites e a videografia são ferramentas que também têm um grande potencial para identificação de manchas existentes nas lavouras, infestações de plantas daninhas, topografia e geração de mapas de produtividade (MOLIN 2000). O objetivo do presente estudo foi desenvolver um sistema que produza imagens a partir de fotografias aéreas digitais e videografia, por meio de aeronave rádiocontrolada não tripulada e adaptada. O conjunto destas imagens e a agregação das mesmas deve gerar um mosaico aéreo-fotográfico que possibilite uma visão mais ampla de um mesmo local.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Caracterização da área de estudo

A área escolhida para a execução dos vôos, está localizada no Município de Irati-PR, na localidade rural do Pinho de Baixo normalmente bastante utilizada para a prática de aeromodelismo na região. As coordenadas centrais da área de estudo são Latitude 25° 25' 15'' Sul e Longitude 50° 48' 43'' Oeste. O clima regional, conforme Köppen, é do tipo Cfb - Subtropical Úmido Mesotérmico, caracterizado por verões frescos, geadas severas e frequentes e sem estação seca. A altitude média é de 915 metros. A área utilizada para os vôos caracteriza-se pela ocorrência de culturas agrícolas e florestais, florestas nativas de araucária e construções rurais.

## 3. Materiais

Os materiais utilizados para realização da pesquisa foram:

- Câmera digital da marca Sony, modelo CyberShot DSC-W320 equipada com lente Carl Zeiss;
- Cápsula blindada para acomodação da câmera adaptada à aeronave;
- Aeromodelo artesanal de madeira balsa e compensado aeronáutico;
- Motor OS 70 - 4 tempos;
- Rádio transmissor JR MAX-66;
- Peso para balanceamento da aeronave;
- Haste adaptada para o acionamento da câmera em terra;
- Servomotor adaptado para o disparo remoto das fotografias e videografia;
- Combustível Glow 10 % (Mistura de metanol, nitrometano e óleo lubrificante sintético);
- Bomba manual para abastecimento;
- *Starter* para ignição do motor;
- Bastão para a partida do motor.

A câmera digital acoplada foi da marca Sony, modelo CyberShot DSC-W320 de resolução máxima de 14.1 Megapixels, juntamente com um cartão de memória de 4Gb, o qual tem uma capacidade de armazenamento de aproximadamente 700 imagens na sua resolução máxima, até 4400 na resolução mínima, de 2 Megapixels. Na presente pesquisa a câmera foi ajustada para trabalhar na faixa de resolução de 10 Megapixels, onde podem ser armazenadas 970 imagens ou cerca de 1 hora de vídeo. A aeronave utilizada na pesquisa foi construída de forma artesanal. A figura 01 exibe a aeronave e os demais componentes utilizados.



**Figura 01.** Aeronave e demais componentes utilizados

Os quadros 01 e 02 apresentam respectivamente as características técnicas da aeronave e custo total do equipamento.

**Quadro 01.** Características técnicas da aeronave

Peso sem equipamento fotográfico		
Peso com equipamento fotográfico		
Comprimento da fuselagem		
Envergadura		170cm
Motorização	Cilindrada	11.50cc
	Rotações	2000 a 12000rpm
	Potência	1,1 HP a 11000rpm
	Peso	570g
Capacidade do tanque de combustível		340ml
Autonomia		20 minutos
Raio de operação da aeronave		1km do rádio- transmissor

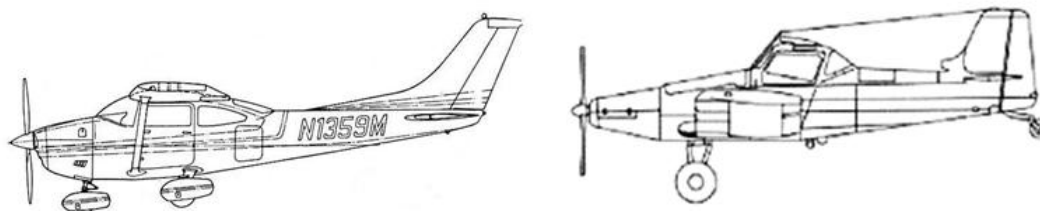
**Quadro 02.** Custo do equipamento

Material	Custo (R\$)
Motor	700
Rádio controle	500
Câmera	800
Material usado no modelo	400
Material usado na montagem	200
Galão de combustível (3,78L)	60
Total	2660

#### 4. Metodologia

Para possibilitar o transporte da câmera, a aeronave sofreu algumas modificações, como redução do curso das superfícies móveis, as quais proporcionam a agilidade de movimento do avião no ar, a retirada do trem de pouso da posição triciclo (uma roda

direcional na dianteira e trem de pouso principal no meio da fuselagem), para a posição convencional (trem de pouso principal mais adiantado na fuselagem e roda direcional presa ao leme, na traseira da aeronave). As posições triciclo e convencional podem ser exemplificadas nas figuras 02, respectivamente.



**Figura 2.** Exemplo de avião triciclo (a) e avião convencional (b)

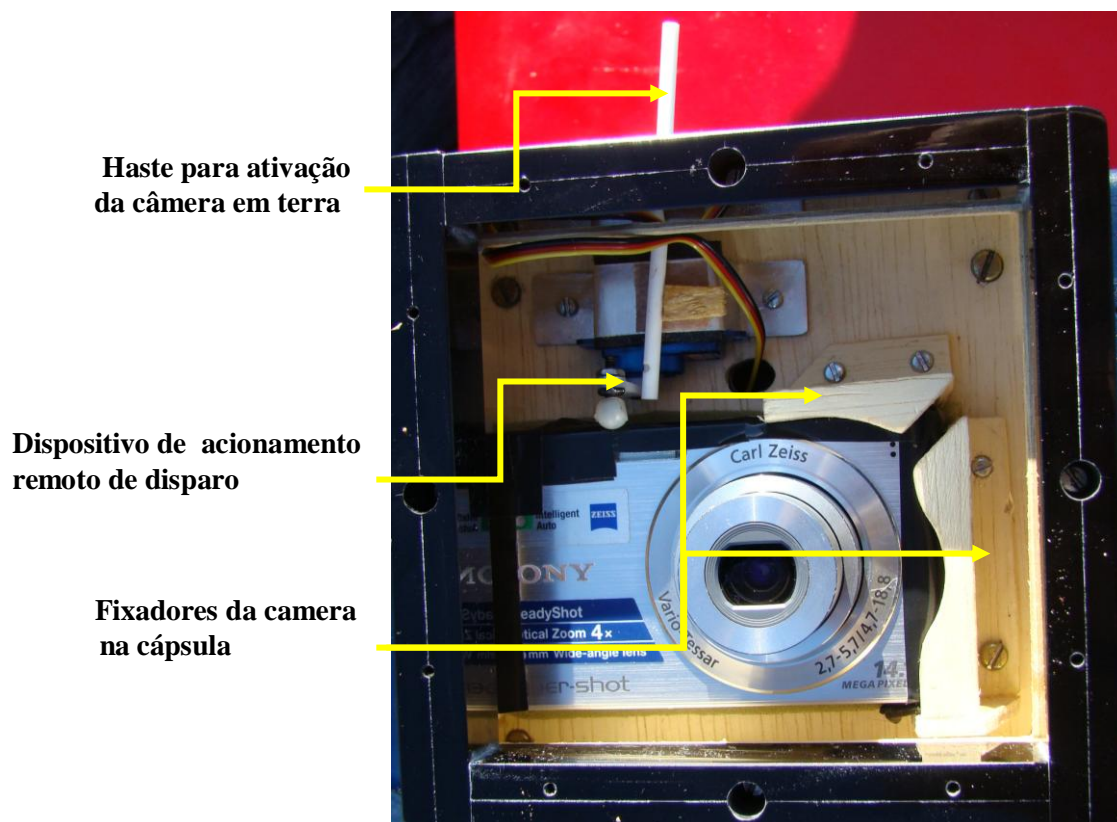
As modificações no posicionamento do trem de pouso possibilitaram a instalação de uma pequena cápsula externa, que serve como suporte e proteção para a câmera, evitando que a mesma fique exposta ao vento, óleo expelido do motor, possíveis fragmentos de solo e pedras na decolagem e pouso, além de servir como proteção em um eventual acidente, já que a câmera fica totalmente enclausurada, como ilustra a figura 03.



**Figura 03.** Cápsula blindada para acomodação da câmera adaptada à aeronave

Foi necessária uma adaptação do mecanismo de ativação da câmera em terra, após o acondicionamento e fixação da câmera na cápsula blindada, e de acionamento ou disparo das fotos ou vídeos em vôo (figura 04).

Por ser um aeromodelo considerado *trainer*, ou seja, avião apropriado para iniciante no aeromodelismo, ele proporciona um vôo mais estável em baixas velocidades, fácil de ser controlado e apresentando manobras mais lentas, o que possibilita maior precisão na obtenção de imagens mais nítidas. Em relação ao mecanismo de disparo das fotos ou acionamento da filmagem, optou-se pela utilização de um servo-motor semelhante aos utilizados nos outros comandos da aeronave (como acelerador, por exemplo), porém, em menores dimensões, o que facilitou seu posicionamento dentro da cápsula de proteção da câmera. Isso faz com que os disparos fotográficos ou de filmagem fiquem a critério do operador do aeromodelo. Apenas os processos de ativação e desativação da câmera são feitos de forma manual, através de um pequeno bastão externo conectado ao botão de acionamento da câmera.



**Figura 04.** Mecanismos adaptados para acondicionamento e acionamento da câmera na cápsula

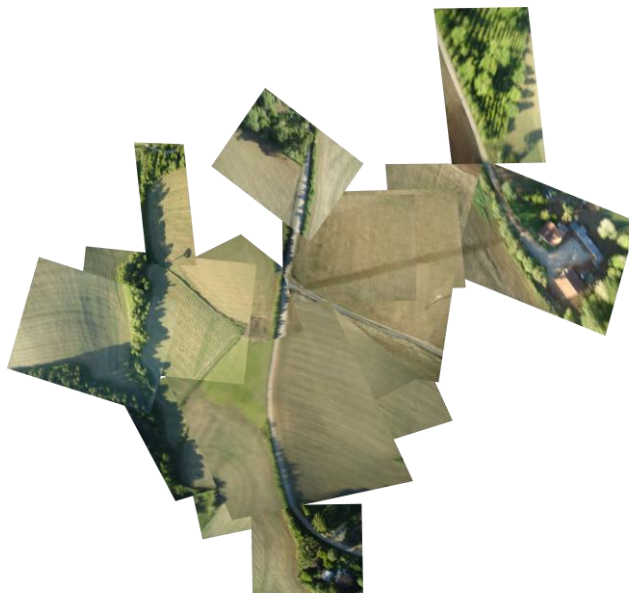
Optou-se pela instalação do sistema fotográfico na superfície externa da aeronave devido a sua motorização apresentar potência superior à necessária no levantamento da aeronave. O designe com linhas mais retas da modelo facilitou o processo de fixação da cápsula na parte inferior da fuselagem do avião. Essa fixação externa, além de não apresentar alterações consideráveis no vôo evitou que, com a instalação interna do equipamento, fossem necessárias modificações na estrutura mecânica no interior do aeromodelo.

Foram realizados vários vôos testes no local, para que fosse feita a calibragem do equipamento da aeronave em relação à estabilidade em vôo. Ajustes foram necessários para corrigir o “peso de cauda” registrado nos primeiros vôos, os quais foram sanados com o adiantamento da posição da bateria e receptor dentro da fuselagem da aeronave além da fixação de um contrapeso em sua área frontal.

Feitos os ajustes necessários, os vôos foram realizados de forma a abranger uma área restrita, sem nenhum planejamento prévio de curso, apenas procurando obter tomadas aéreas em altitudes distintas obtendo-se material videográfico e fotográfico do terreno. Para evitar a perda do alcance do controle da aeronave, que tem uma distância controlada limitada a 1 km, procurou-se evitar chegar muito perto desse limite, mantendo sempre a aeronave a um raio de ação bem visível contornando sempre a área enfocada e restrita ao estudo. Dentro dessa premissa, foram realizados vôos videográficos e fotográficos, cujas imagens foram obtidas repetidamente para a seguir serem utilizadas na confecção mosaicos não-controlados elaborados no aplicativo Adobe Photoshop versão 12.0.

## 5. Resultados e Discussão

Embora apresente uma boa estabilidade e controle, a aeronave, influenciada por fatores climáticos, variou sua altitude durante a tomada de algumas fotos, que apresentaram uma escala não compatível com as demais, sendo, portanto, descartadas. Foram eliminadas também as fotos que não possuíam nitidez suficiente para se distinguir e identificar alvos presentes nas áreas imageadas, além daquelas cujo arrastamento impedia a análise visual. A figura 05 apresenta um mosaico elaborado com fotos obtidas de um voo que contornou a área de estudo de forma contínua tirando fotos repetidas vezes. As mesmas foram selecionadas e mosaicadas.



**Figura 05.** Mosaico não-controlado obtido pelo voo aerocontrolado em uma área restrita

Conforme pode ser verificado na figura xx, o mosaico não-controlado de uma área irregular elaborado com diversas fotografias obtidas da mesma área pode ser importante no aspecto de possibilitar informações preliminares sobre a área de estudo. A figura 06 exibe uma cena de vídeo transformada em imagem, obtida por aeromodelo e ao lado a mesma área observada no Google-Earth.



**Figura 06.** Imagem do Google Earth a) e imagem de vídeo obtida pelo aeromodelo b).

A videografia com aeromodelo possibilitou bons resultados. O filme foi passado diversas vezes congelando-se algumas cenas e salvando imagens em disco.

## 6. Conclusão

- Foi possível implementar um sistema gerador de fotografias aéreas de pequeno formato bem como imagens de videografia para áreas restritas, obtidas a partir de uma câmera digital comum acoplada a um aeromodelo;
- Foi possível desenvolver uma metodologia de baixo custo, com uso de um aeromodelo simples e artesanal com uma adaptação relativamente fácil;
- Esta metodologia mostra-se promissora em usos bastante pontuais, com áreas restritas ao raio de atuação do controle remoto;
- Apesar da falta de controle geométrico e de cobertura do terreno, há possibilidades de utilização em trabalhos pontuais, para estudos de impacto ambiental, publicidade e turismo, análises preliminares, entre outros.
- A vibração do motor da aeronave mostrou ser fator limitante no aspecto qualidade das imagens, o que resultou em uma grande perda de informação;
- A cápsula blindada produzida para acomodar a câmera, por não ter uma aerodinâmica favorável, pode desestabilizar o vôo;
- É importante ressaltar que é fundamental uma certa experiência com aeromodelos tanto no momento de calibrar o avião para que o mesmo proporcione um vôo mais estável possível, além da própria sensibilidade ao manipular o controle remoto da aeronave.

## 7. Recomendações

- Para reduzir a vibração do motor da aeronave, recomenda-se o uso de coxins para amortecimento;
- Melhorar a aerodinâmica da cápsula blindada para acomodação da câmera;

## 8. Referências bibliográficas

- RPAV. Remote Piloted Aerial Vehicles: An Anthology. 2003. Disponível em: <[http://www.cite.monash.edu/hargrave/rpav\\_home.html](http://www.cite.monash.edu/hargrave/rpav_home.html)>.
- GONÇALVES-JUNIOR, J.C.C.; PIOVESAN, E.C.; SILVEIRA, G.C., SOFIA - Sistema de obtenção de fotos e imagens com aeromodelo. In: XXI Congresso Brasileiro de Cartografia, Belo Horizonte - MG. XXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA/CD-ROM. 2003.
- GONÇALVES, D. A. et al. Fotografias aéreas de pequeno formato aplicadas na identificação, quantificação e planejamento de recuperação de áreas de preservação permanente. ANAIS XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, INPE, 6p, Goiânia, 2005.
- GONÇALVES, L. M. G. . Reconstrução a partir de estéreo fotogrametria. Rio de Janeiro - BRASIL, 1995.
- MEDEIROS, F. A. et al. Utilização de um veículo aéreo não-tripulado em atividades de imageamento georreferenciado. **Ciencia Rural** [online]. 2008, vol.38, n.8, pp. 2375-2378. ISSN 0103-8478. doi: 10.1590/S0103-84782008000800046.
- ANTUNIASSI , U.R.; SALVADOR, A. Análise de imagens aéreas para mapeamento de plantas daninhas em sistemas de agricultura de precisão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2002, Viçosa. Anais.Viçosa: UFV, 2002. 1 CD-ROM.
- MOLIN, J.P. Geração e interpretação de mapas de produtividade para a agricultura de precisão. In: BORÉM, A. et al. **Agricultura de precisão**. Viçosa: UFV, 2000. p.237 257.