Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 1867-1872.

Geração de fotografias aéreas de pequeno formato e mosaicos georreferenciados no monitoramento rodoviário da BR-101

Stella Procopio da Rocha[1]
Elizabeth Maria Feitosa da Rocha de Souza[1]
Annete Pic[1]
Luiz Paulo Brandão[2]
Jorge Luis Nunes e Silva Brito[2]
Paulo Roberto Dias Morales[1]

CENTRAN – Centro de Excelência em Engenharia de Transportes[1]
Av. Pres. Vargas, 522 – Rio de Janeiro/RJ CEP: 20071-000
{stella, elizabeth, dias}@centran.eb.br; annette.pic@fhightsolutions.com.br

IME – Instituto Militar de Engenharia[2]
Praça Gal. Tibúrcio, 80 – Rio de Janeiro/RJ CEP: 22290-270
brandao@ime.eb.br; jsilvabr@gmail.com

Abstract. Aerial photography is widely used in cartography, particularly in photogrammetric surveys, which are often the basis for topographic maps. The transition from traditional methods of data gathering and processing using high resolution images of photogrammetric cameras to using non metric cameras is the great challenge. There is an increasing demand for aerial photographs and orbital images, in both public and private sectors, but the high cost of having a constant stream of images of a particular region makes it too expensive to monitor that specific area. The objective of this work is georeferencing and mosaicking aerial photographs taken using non metric digital cameras. The data collected using this technique is a very cost effective way of environment monitoring.

Palavras-chave: non metric camera, aerial photography, monitoring, câmera não-métrica, fotografia aérea, monitoramento.

1.Introdução

A demanda pela disponibilização de fotografias aéreas ou imagens orbitais tem sido crescente nos mais variados ramos públicos e privados. Para a coleta de material fotográfico com fins de monitoramento remoto, muitos especialistas têm avaliado o uso de câmeras comuns como forma de minimizar os custos associados com o levantamento fotogramétrico tradicional. O objetivo central é gerar produtos georreferenciados com possibilidade de mosaicagem com baixo custo e boa qualidade técnica.

Além do mapeamento topográfico e a identificação de feições de interesse ambiental, espera-se ampliar a discussão sobre o uso de câmeras digitais não convencionais em substituição de câmeras analógicas métricas comumente utilizadas na bibliografia consolidada. Dentre os avanços que se pretende vislumbrar com o estudo destaca-se a possibilidade de disponibilização de ferramentas como fonte alternativa para elaboração de documentos técnicos cartográficos e de apoio logístico em atividades de campo. Neste trabalho é apresentado o levantamento de fotografias aéreas com uma máquina fotográfica de pequeno formato não-métrica a bordo de uma aeronave monomotor. Além do recobrimento fotográfico foi realizado o georreferenciamento e a mosaicagem de todo o material coletado.

O levantamento fotográfico foi realizado sob um trecho da BR-101/NE entre os municípios de Goiana/PE e Igarassu/PE, no mês de janeiro de 2008, conforme observado na Figura 1, que encontra-se em obras de duplicação.

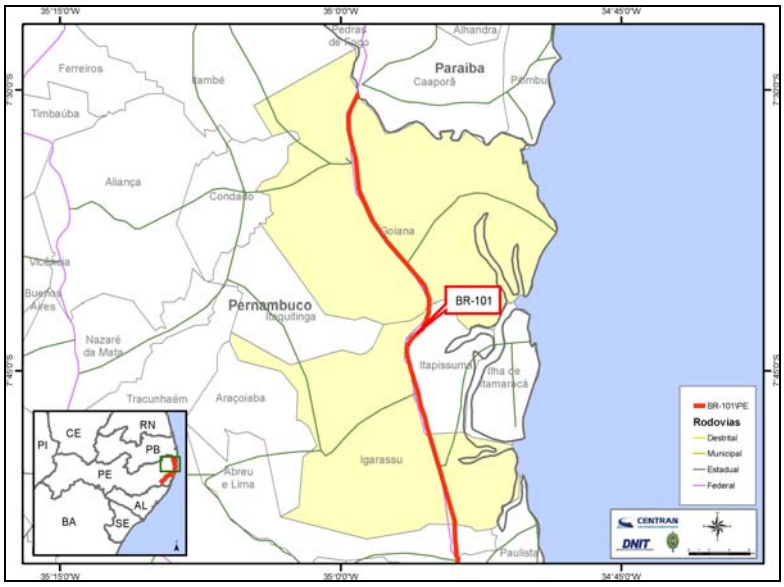

Figura 1: Localização da área de estudo

2. Metodologia

O objetivo principal deste trabalho é adquirir fotografias aéreas por meio de uma câmera não-métrica, e estabelecer uma metodologia específica para as etapas de georreferenciamento e mosaicagem do produto gerado.

O procedimento metodológico envolveu etapas de seleção do equipamento utilizado, preparo do sobrevôo, mobilização e marcação dos pontos de controle em campo e o processamento final dos dados.

2.1 Seleção dos equipamentos

O processo de obtenção tradicional de fotografias aéreas é realizado por equipamentos imageadores como câmeras fotográficas ópticas, dispositivos de varredura eletrônica e câmeras digitais. As cenas podem ser captadas por meio analógico ou digital (Fernandes *et. al*, 2007). Câmeras digitais de pequeno formato possuem o diferencial do baixo custo dos seus produtos, além da boa integração com Sistemas de Informação Geográfica - SIG, que têm colaborado muito para o aumento da demanda de ortofotos digitais (Brito, 1997 *apud* Santos, 2000).

A câmera fotográfica utilizada neste trabalho é um equipamento disponível no mercado podendo ser classificada como uma "câmera não-métrica de pequeno formato". Nesse caso, foi utilizado o equipamento Cannon EOS 40DS de 10 Mp, conforme Figura 2. O equipamento foi devidamente calibrado em gabinete visando à adequação de parâmetros necessários a etapa futura de correção geométrica do material. Tendo em vista a ausência de um Sistema Inercial de Coordenadas - SIC conectado a câmera, foi necessário aumentar a sobreposição das faixas de recobrimento do vôo o que resultou na ampliação do número de fotografias geradas.

Figura 2: Câmera Cannon EOS 40DS acoplada à aeronave.

A câmera foi selecionada por ser um produto de fácil disponibilidade no mercado e pela boa resolução espacial considerada satisfatória para o estudo proposto. A câmera possibilitou a equipe técnica realizar modificação nos parâmetros de coleta das fotos tais como: alteração da distância focal, disponibilização de filtros e adoção de disparador automático para a coleta fotográfica de forma remota. Os parâmetros finais da câmera são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros da câmera utilizada para a tomada das fotos

CARACTERÍSTICAS	CANNON EOS 40DS
Resolução	10.1 Mp
Zoom digital/óptico	De acordo com a objetiva
Visor LCD	3.0 polegadas
Resolução de gravação	Large (3888 x 2592), Medium (2816 x 1880), Small (1936 x 1288)
Velocidade de obturador	1/8000 a 30/seg.
Peso	1.14 kg
Tempo entre os disparos	Menos de 0,5 segundos
Profundidade de cor	24 bits (JPEG) e de 36 bits (RAW)
Formatos de arquivo de imagem	JPEG ou RAW
Cartão de memória	16 GB

2.2 Preparo do sobrevôo

Para a definição do sobrevôo considerou-se a necessidade de adequação da escala de detalhamento com a maior possibilidade de identificação de feições nos eixos rodoviários. Neste contexto, foi considerada a configuração referente à distância focal da câmera, altura de vôo e escala do vôo conforme observado nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Parâmetros do sobrevôo

Nº Fotos	Altitude (m)	Escala do vôo	Pixel no solo (cm)	Nº faixas	Intervalo entre as fotos(s)	Velocidade (km/h)
80	2800	1:90000	21.8	3	13	180

Tabela 2. Parâmetros da câmera

Distância focal real(mm)	Distância focal indicada(mm)	Velocidade do obturador (s)	ISO	Abertura da câmera
31,4	50	1/1000	200	5,6

2.3 Mobilização e marcação dos pontos de controle

A mobilização e levantamento de campo para coleta dos pontos de controle foram realizados pela equipe de engenheiros cartógrafos e técnicos topógrafos da 3ª Divisão de Levantamento – DL do Exército Brasileiro, localizada em Olinda/PE. Os procedimentos de marcação dos pontos foram elaborados em conformidade com um levantamento aerofotogramétrico tradicional.

Foram coletados 248 pontos de controle geodésicos por meio de GPS Diferencial buscando-se manter uma boa qualidade da precisão cartográfica. Esses pontos foram utilizados nas etapas de georrefenciamento e elaboração dos mosaicos finais na área de estudo.

3. Resultados

As fotografias adquiridas no sobrevôo apresentaram um nível de detalhamento espacial que atende a escala cartográfica de 1:2500. A Figura 3 apresenta em detalhe uma foto obtida sob a BR-101 e a sobreposição de elementos do projeto rodoviário no trecho.

Figura 3. Trecho da BR-101 na escala 1:2500.

Como parte do Processamento Digital de Imagens – PDI as fotos foram convertidas do formato da câmera RAW, para o formato TIF, permitindo assim, a manipulação das mesmas em ambiente SIG. Após a conversão passaram por etapas de realce, conforme apresentado na Figura 4.

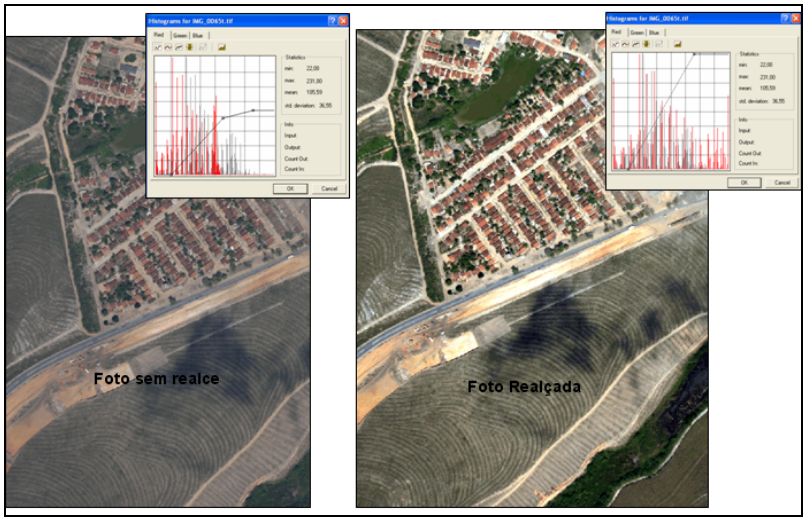

Figura 4. Antes e depois da aplicação do realce.

Após as correções radiométricas as fotografias foram georreferenciadas no *software PCI Geomatics 9.0*, utilizando-se os pontos de controle obtidos em campo. Com a finalização do processo de correção geométrica das fotos foi possível realizar uma análise temática do mosaico gerado, extraindo-se informações sobre rede hídrica, fragmentos florestais, possibilitando a comparação com o projeto de engenharia da rodovia BR-101.

A Figura 5 destaca o produto final obtido e análises temáticas geradas.

Figura 5. Carta imagem de parte da BR-101 no município de Igarassu/PE.

A metodologia avaliada permitiu identificar e monitorar (por meio de fotos anteriores) o cronograma de obras no trecho e espacializar processos correntes de desapropriação. A Figura 6 mostra um exemplo de desapropriação antes e após o início das obras e cobertura fotográfica da região. È possível identificar a remoção do imóvel visível na fotografia obtida com o sobrevôo no início de 2008.

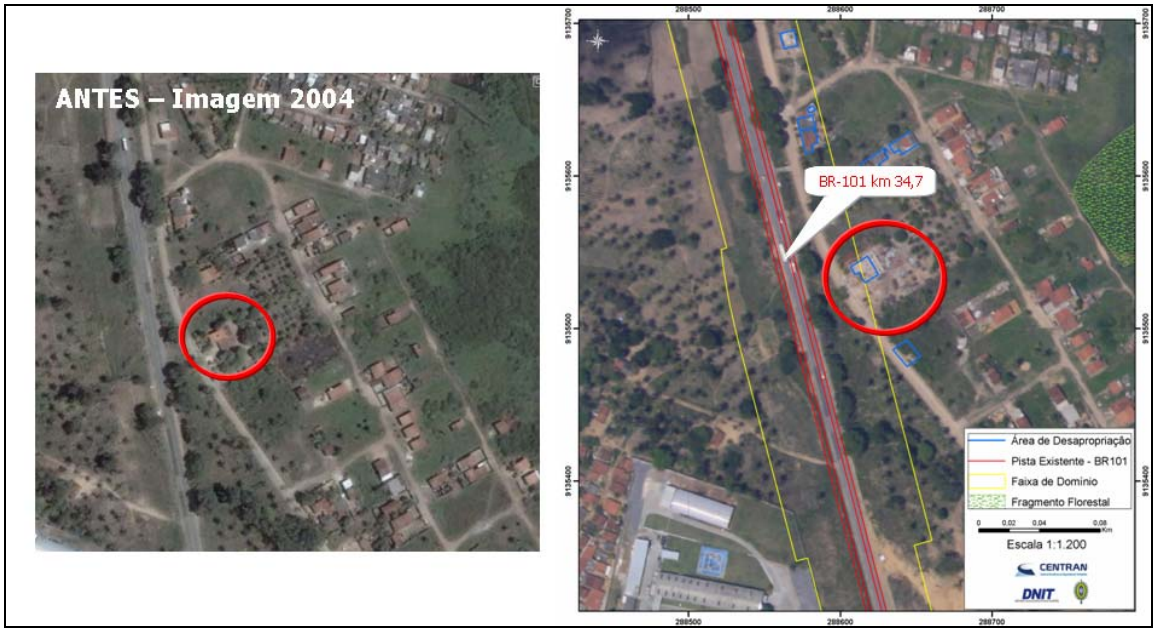

Figura 6. Montagem identificando uma área de desapropriação.

Para fins de comparação foi realizado um sobrevôo em um pequeno trecho com altura de 4050m e distância focal de 135mm, mantendo as demais características do sobrevôo. Nestas

fotografias o detalhamento foi muito maior, porém a estabilidade do avião foi comprometida, não permitindo a geração de mosaicos para esse trecho. A Figura 7 mostra uma das fotografias adquiridas neste vôo na qual é possível observar detalhes da obra como o concreto compactado a rolo.

Figura 7. Sobrevôo destacando concreto compactado.

4. Conclusões

Para fins de monitoramento, as fotografias geradas possibilitaram um bom detalhamento da área de estudo possibilitando extrair medidas de comprimento de corpos d'água e fragmentos florestais, e ainda identificar obras de arte e áreas de desapropriação no trecho. O processo de aquisição das fotografias durante o teste piloto foi considerado satisfatório, tendo em vista as características ambientais da área como grande cobertura de nuvens, chuvas e ausência de equipamentos de correção inercial na aeronave. Estão sendo previstos testes nos quais esses aspectos devem ser dirimidos aumentando a viabilidade dos produtos adquiridos nessa primeira avaliação. A resolução espacial das fotografias pode ser melhorada por meio de modificações na altitude de vôo e ainda, a partir da formatação de etapas específicas durante o processamento digital do material coletado.

A câmera utilizada apresentou bom desempenho técnico podendo ser utilizada em trabalhos de monitoramento sob as condições de vôo destacadas.

Por fim, vale ressaltar que o trabalho consolidou-se como uma ferramenta de apoio para estudos de monitoramento de obras e meio ambiente.

5. Referências Bibliográficas

Fernades, S.R., Assis J. T. de, Pacheco, M. P., Medina I. de A. Ferramenta computacional para o processamento de imagens estereoscópicas In: XXX Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, 30., 2007, Florianópolis. **Anais do XXX Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional**. Florianópolis: UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.

Brito, J.L.N.S. **Precision of digital orthoimages: Assement and application to the occlusion detection problem**. 2007. Tese (Doctor of Philosophy in Mapping and GIS) – School of the Ohio State Universityt, Ohio. 1997.