

Catálogo do acervo histórico de fotografias aéreas da Diretoria de Geociências do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Rafael Damiani Ferreira
Sandro Ricardo Barboza de Moraes
Marcelo Rodrigues de Albuquerque Maranhão

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE
Diretoria de Geociências – Coordenação de Cartografia
Avenida Brasil, 15671 – Parada de Lucas – CEP: 21241-051 – Rio de Janeiro-RJ, Brasil
{rafael.damiati; sandro.moraes.estagiario; marcelo.maranhao}@ibge.gov.br

Abstract. The Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE has a vast historical collection of analog aerial photography, stored in Rio de Janeiro. These photos were the main resources for various cartographic products published by the institution, mostly consisted of topographic maps at various scales. To facilitate searching and accessing this historical data and also to preserve paper information, once it tends to deteriorate over time, we've started cataloging information from old schemes which contain the approximate perspective center of the aerial photos. The first step consisted in scanning the original schemes. This was a critical step, considering that in some cases the degradation stage of paper was already evident. The second step was the georeferencing process (through the geographical coordinates collected in the schemes/topographic maps) followed by approximate perspective center extraction of each photo. So far there were collected 63,577 points spread across 190 old schemes and 178 topographic maps, with the attributes: photo, flight range and work block numbers. The subsequent planned stages are: i) collect the perspective center of other photos using the same methodological process; ii) survey and fill the attribute table with others flights information (date, scale, etc.); iii) scanning process of further analogue photographs; and iv) proceed automatic registration workflow of the scanned aerial photos.

Palavras-chave: aerial survey, time series, cartography, aerolevantamento, séries temporais, cartografia, IBGE.

1. Introdução

A utilização de fotografias aéreas para aplicações diversas em sensoriamento remoto ganhou novo fôlego com o recente advento dos veículos aéreos não tripulados (VANTs). Como reflexo dessa tendência, foi observado um aumento do número de trabalhos publicados acerca do tema nas últimas edições do Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. Considerando os últimos vinte anos, ou seja, observando os anais das últimas dez edições do evento, houve expressivo aumento na produção de artigos nesta temática (Figura 1). Outro comportamento observado na comunidade brasileira de sensoriamento remoto nesse período, foi o crescimento do número de publicações utilizando séries temporais de dados, também representado na Figura 1. Ambos os temas passaram a ter maior destaque, com espaço próprio no evento e anais, desde o último XVII SBSR (2015), em função do avanço da produção científica na área.

As tendências observadas indicam a importância da existência de catálogos organizados de fotografias aéreas históricas. Publicações na literatura internacional demonstram a utilização de acervos históricos de fotografias na avaliação de mudanças na superfície terrestre como consequência das mudanças climáticas (Fox e Cziferszky, 2008; Micheletti et al., 2015), estudos de zonas costeiras (Redweik et al., 2016) e mudanças na vegetação (Kadmon e Harari-Kremer, 1999). Iniciativas recentes também retratam os esforços para a recuperação de acervos históricos em diferentes países (Matos e Lima, 2011; Redweik et al., 2010; Perez et al., 2014) e métodos para a melhoria de qualidade desses insumos (Ma e Buchwald, 2012; Nurminem et al., 2015; Gonçalves, 2016).

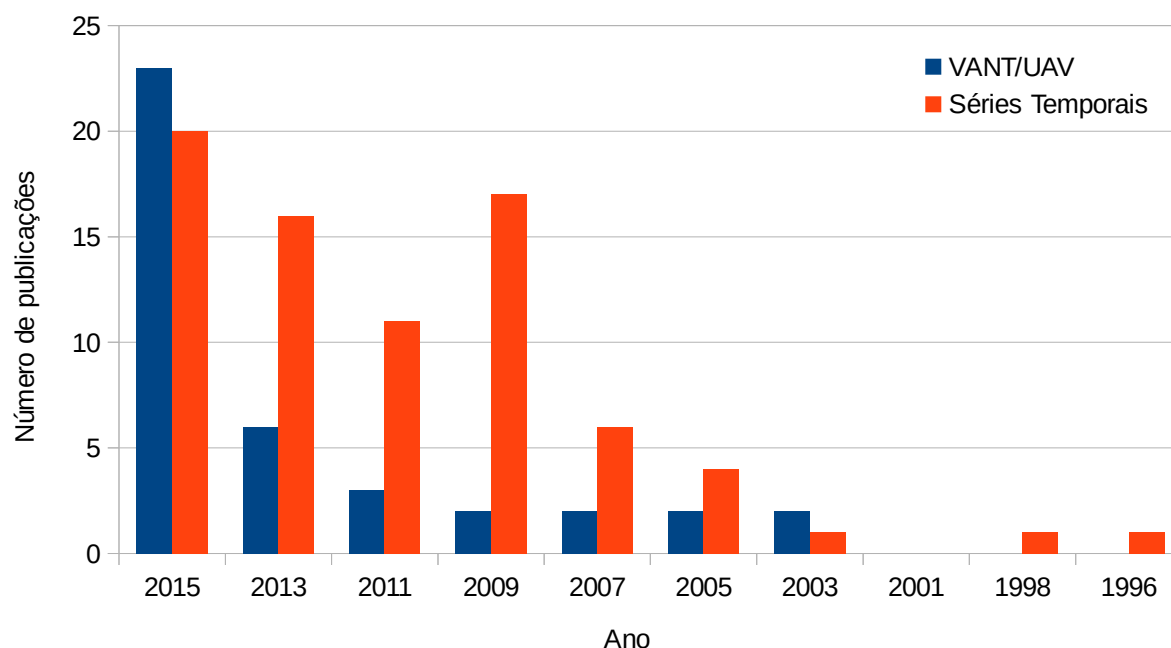


Figura 1. Evolução do número de publicações nos últimos 10 SBSRs com as temáticas VANT (em azul) e séries temporais (em laranja). Foram considerados apenas os artigos que apresentassem, no título, os termos e/ou seus plurais: i) VANT; ii) drone; iii) UAV (Unmanned Aerial Vehicle); iv) RPA (Aeronave Remotamente Pilotada); v) fotografia aérea de pequeno formato; vi) séries temporais; vii) time series; viii) temporal series; ix) serie temporal; x) série histórica; e xi) série de dados. Fonte: Biblioteca Digital do SBSR – INPE (2016).

O IBGE possui um vasto acervo histórico de fotografias aéreas analógicas, localizado no Complexo de Parada de Lucas, no Rio de Janeiro. As fotografias foram o insumo básico para diversos produtos cartográficos publicados pela instituição, constituído em sua maior parte por cartas topográficas em diversas escalas. No passado, na tentativa de criar um índice das fotografias aéreas de trabalho no IBGE, pontos que representavam os centros perspectivos (CPs) aproximados eram desenhados manualmente sobre papel. O trabalho consistia na identificação e marcação manual da posição aproximada das fotografias sobre as cartas topográficas ou apenas na criação de esquemas representativos em papel comum, contendo sempre a posição das fotografias e das faixas de vôo, bem como as coordenadas aproximadas do retângulo envolvente do esquema. Ambas as representações (em esquemas ou sobre folhas topográficas) envolviam também a numeração sequencial das fotografias e as respectivas faixas de vôo. Nesse contexto, torna-se possível associar cada ponto à sua respectiva fotografia aérea armazenada em papel, uma vez que esta contém a mesma numeração sequencial carimbada no verso.

Este trabalho tem como objetivo apresentar o processo de digitalização e catalogação, em curso, das fotografias aéreas históricas da Diretoria de Geociências (DGC) do IBGE. O esforço de catalogação surge no contexto de facilitar o processo de busca e acesso ao dado histórico, bem como preservar a informação, que em papel tende a se deteriorar ao longo do tempo.

2. Metodologia de trabalho

O processo metodológico foi dividido nas etapas descritas a seguir, considerando todavia, que algumas ainda dependerão de um grande esforço logístico para serem executadas.

A primeira etapa consistiu no processo de escanização das folhas topográficas e dos esquemas originais, em papel, sendo uma etapa crítica, considerando que em alguns casos o

estágio de degradação do papel já era evidente. A conversão digital dessas informações foi realizada através de um scanner de mesa A4 comum para os esquemas antigos, um scanner automático HP Designjet 45000 Scanner para as cartas topográficas e, em alguns casos, onde os métodos anteriores não eram adequados, através de fotografias comuns (Figura 2).

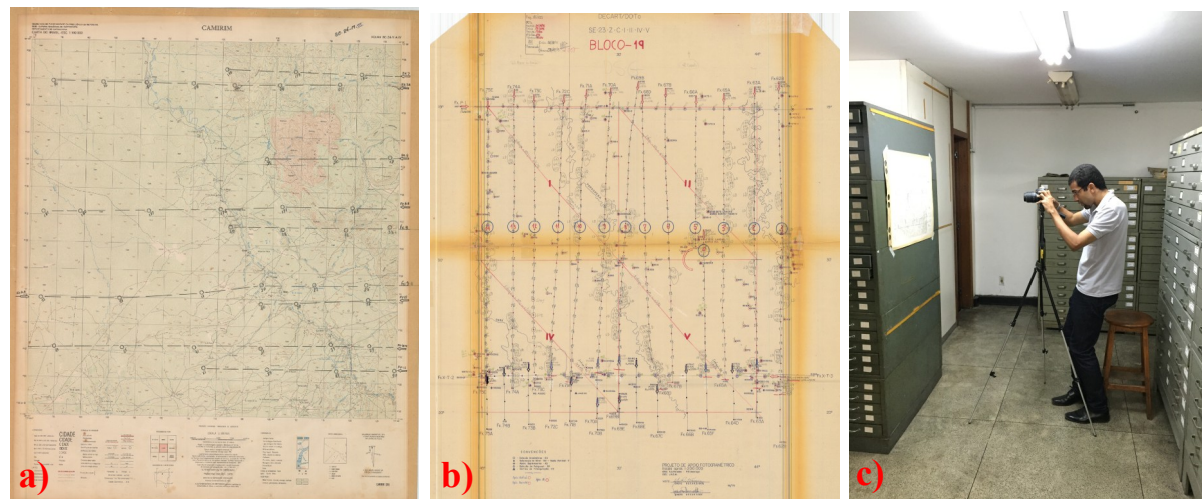


Figura 2. Exemplos de materiais históricos recuperados, contendo informações sobre o ponto central das fotografias aéreas e as faixas de vôos executados, sendo: a) folha topográfica; b) esquema antigo de projeto por blocos; e c) processo de registro fotográfico comum.

Após a organização do material que contém as informações sobre os vôos, foi realizado o georreferenciamento dos mesmos, a partir das coordenadas geográficas presentes nos esquemas antigos ou nas cartas topográficas. O procedimento de georreferenciamento, bem como a etapa posterior foram realizados no software QGIS 2.10 Pisa.

Na terceira etapa, a partir do material previamente georreferenciado, foi possível obter os CPs aproximados de cada fotografia aérea. O procedimento foi baseado na interpretação visual das informações, seguido da digitalização manual. Para cada ponto coletado também foi preenchida a tabela com atributos de MI ou bloco, faixa de vôo e sequencial numérico das fotografias aéreas.

O processo de catalogação do acervo histórico é composto também pela escanerização das fotografias aéreas em papel. Esta é a fase que apresenta maior esforço de realização, tendo em vista a quantidade estimada de mais de 400 mil fotografias aéreas no acervo da DGC. Nesta etapa existe o cuidado de posicionar as fotografias com a mesma orientação de norte (para cima), possível de identificação pelo carimbo existente no verso ou pela comparação entre faixas de vôo adjacentes. Após a passagem pelo escaner, a nomenclatura do arquivo raster gerado deve ser padronizada para a correta execução do fluxo de trabalho da etapa seguinte. O padrão adotado de nomenclatura é: MI_FAIXA_FOTO.tif.

Como última etapa do trabalho, foi estruturado um fluxo para o registro automático aproximado das fotografias aéreas, criado no software FME 2016. A partir dos CPs aproximados, coletados manualmente em etapa anterior, e considerando as escalas das fotografias de acordo com os vôos, foram criados *buffers* que simulam a área de enquadramento de cada fotografia. O fluxo automático identifica as coordenadas extremas do enquadramento e as utiliza para um registro aproximado das fotografias. Cabe ressaltar que o registro aplicado não se caracteriza como georreferenciamento, assumindo as incertezas inerentes aos processos de construção dos esquemas realizada manualmente em papel, a digitalização desses pontos para meio digital e o próprio fluxo para registro automático, que

não considera os parâmetros de atitude dos vãos. A Figura 3 apresenta o detalhamento do fluxo proposto para o registro automático aproximado das imagens no FME.

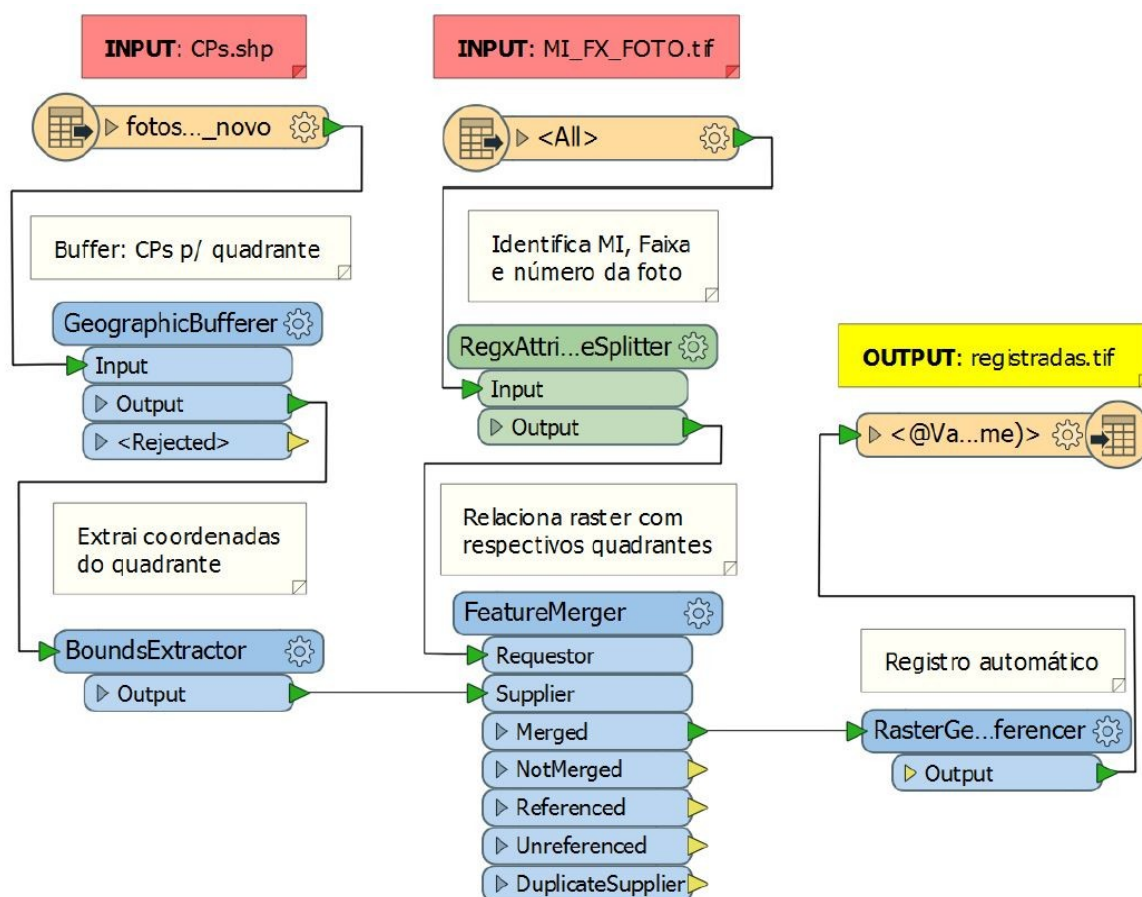


Figura 3. Fluxo detalhado do processo de registro automático desenvolvido no software FME. As caixas em vermelho indicam os arquivos de entrada no fluxo (vetor de CPs e raster não registrado) e a caixa em amarelo indica o arquivo de saída em formato tif, já registrado. As caixas azuis e verde indicam as transformações realizadas ao longo do processo.

3. Resultados e Discussão

Foram escaneizadas um total de 178 folhas topográficas e 190 esquemas de projetos antigos, possibilitando a coleta de 63.577 CPs abrangendo diferentes porções do território nacional. Boas coberturas de fotografias aéreas são encontradas sobre os estados de São Paulo, faixas litoral e norte do Paraná, Distrito Federal, porções sul e leste de Minas Gerais, Espírito Santo e todo o Rio de Janeiro. A Figura 4 apresenta a distribuição dos blocos pelo país, destacando a grande disponibilidade de fotografias sobre o estado do Rio de Janeiro, com boa densidade e cobertura plena de seu território.

O projeto de levantamento aerofotogramétrico com maior abrangência do território brasileiro foi executado pela força aérea americana (USAF AST-10) a partir de um acordo entre Brasil e Estados Unidos. O projeto teve início no ano de 1965 e realizou levantamentos da maior parte do território nacional na escala 1:60.000 (Juraszek, 1969). O levantamento de CPs realizado até o momento contempla de forma parcial as áreas levantadas pelo projeto USAF AST-10 e inclui outros projetos de aerolevantamento executados em períodos diversos.

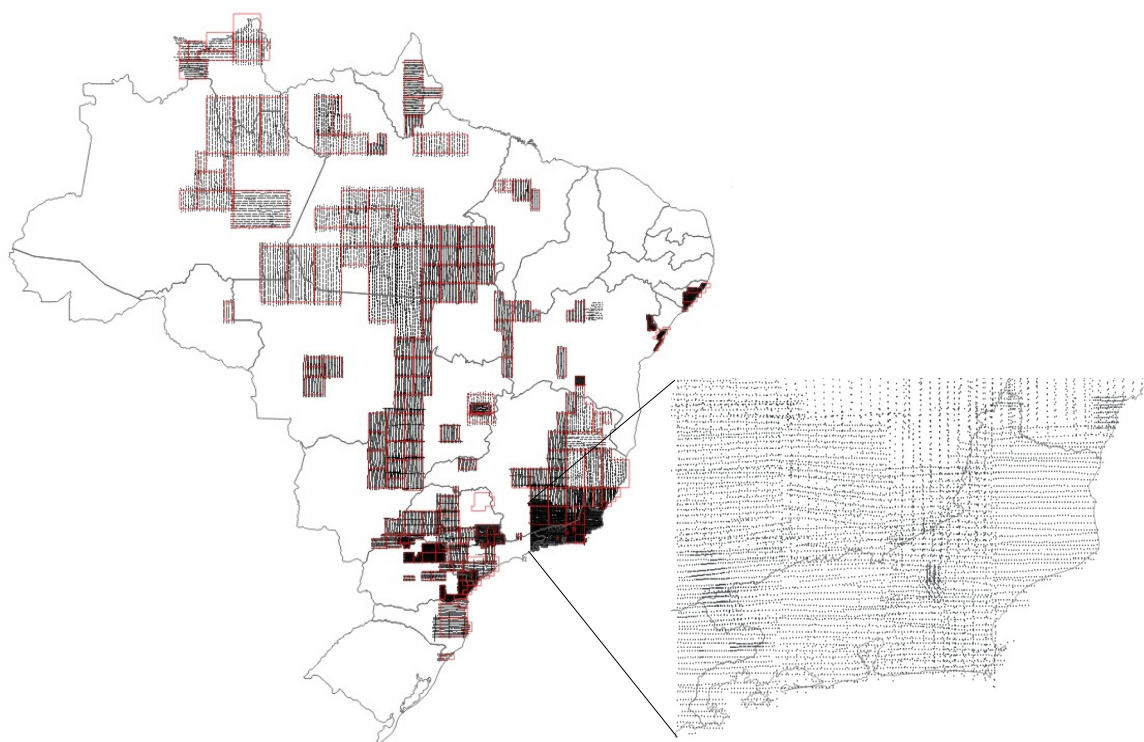


Figura 4. Distribuição dos CPs coletados ao longo do território brasileiro, com destaque para a boa cobertura de informações no estado do Rio de Janeiro e porção sul de Minas Gerais. O estado do Rio de Janeiro é coberto por 99 folhas topográficas, em diferentes escalas, das quais foram extraídos aproximadamente 8850 CPs de fotografias aéreas históricas.

As fotografias aéreas do acervo da DGC apresentam condições variadas, dependendo da data do voo e do material de impressão utilizado na época. No geral, as fotografias apresentam boa qualidade, conforme é possível observar nos exemplos da Figura 5. É importante considerar que, por terem sido amplamente utilizadas para a produção cartográfica no IBGE, muitas delas apresentam marcações diversas, tal como anotações de reambulação e pontos de apoio fotogramétrico (Figura 5c). A etapa de escanerização das fotografias históricas encontra-se em andamento e, devido à restrições de pessoal, está sendo executada em pequenas áreas, conforme a demanda de atendimentos aos usuários bem como a cobertura do estado do Rio de Janeiro. Além disso, considerando o grande número de fotografias em acervo, não é possível estimar a duração da etapa de escanerização no presente momento.

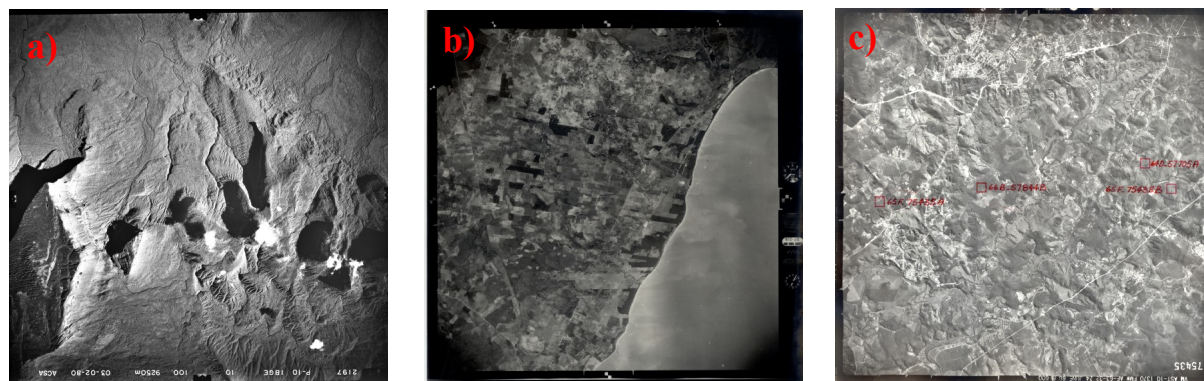


Figura 5. Fotografias aéreas escanerizadas, com o norte orientado para cima, já preparadas para o processo de registro automático: a) abrange a região do Monte Roraima-RR, extremo norte do país (voo ACSA, adquirida em 1980); b) abrange porção do litoral norte do estado do Rio de Janeiro (voo FAB, adquirida em 1956; e c) abrange a região de Betim, na região metropolitana de Belo Horizonte-MG (voo USAF/AST-10, adquirida em 1966).

Um total de 426 fotografias foram escanerizadas até a elaboração desta publicação, ao longo de 12 faixas de vôo, indicando o estágio inicial do trabalho. Todavia, uma vez que as fotografias aéreas tenham sido escanerizadas, já é possível executar a última etapa de trabalho, que consiste no fluxo para o registro automático. A Figura 6 apresenta a sequencia de faixas de vôos, localizadas na região norte fluminense, nas quais o trabalho já foi realizado.



Figura 6. Conjunto de fotografias aéreas escanerizadas e registradas, distribuídas ao longo de 12 faixas de vôo no extremo norte do estado do Rio de Janeiro.

Apesar das fotografias não serem georreferenciadas, apenas registradas, o posicionamento aproximado auxilia na identificação da sua distribuição pelo território brasileiro. Avaliando de maneira visual, foram constatados poucos quilômetros de diferença (até 5 km) entre feições observadas nas fotografias e as respectivas feições homólogas em imagens com boa acurácia posicional. Nesse sentido, caso sejam levantados parâmetros de atitude dos vôos e características das câmeras fotográficas utilizadas, novos fluxos de trabalho poderão ser desenvolvidos para o georreferenciamento automático das fotografias.

4. Considerações finais

A catalogação do acervo histórico da DGC já vem facilitando o trabalho de atendimento ao usuário, pois possibilita consultas mais rápidas a respeito da existência de dados em diferentes porções do país.

Ainda está prevista a execução de coletas de CPs aproximados de outras fotografias históricas a partir de fotoíndices, que deverão seguir o mesmo processo metodológico. Além disso, está previsto o levantamento com informações adicionais sobre os vôos históricos, incluindo características das câmeras utilizadas. A execução do processo de escanerização das fotografias em papel, etapa que demanda o maior esforço de todo o projeto, encontra-se em fase inicial.

Agradecimentos

Ao colega José Leandro Mauricio da Silva, pelo esforço na busca e disponibilização dos esquemas antigos, folhas topográficas e fotografias aéreas históricas.

Referências Bibliográficas

Fox, A.J.; Cziferszky, A. Unlocking the time capsule of historic aerial photography to measure changes in Antarctic peninsula glaciers. *The Photogrammetric Record*, v. 23, n. 121, p. 51-68, 2008.

Gonçalves, J.A. Automatic orientation and mosaicking of archived aerial photography using structure from motion. **The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science**, v. XL-3/W4, p. 123-126, 2016.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). **Acervo Digital do Simpósio de Sensoriamento Remoto – SBSR**. Disponível em < <http://www.dsr.inpe.br/biblioteca/>>. Acesso em: 25.ago.2016.

Juraszek, M. Atividades do AST -10 /USAF no Brasil. **Anuário Estatístico da DSG**, p. 153-157, 1969.

Kadmon, R. Harari-Kremer, R. Studying long-term vegetation dynamics using digital processing of historical aerial photographs. **Remote Sensing of Environment**, v. 68, p. 164-176, 1999.

Ma, R.; Buchwald, A. Orthorectify historical aerial photographs using DLT. In: ASPRS Annual Conference, 2012, Sacramento. **Anais...** Bethesda: ASPRS, 2012. Disponível em: <<https://www.asprs.org/a/publications/proceedings/Sacramento2012/files/Ma.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2016.

Matos, I.A.S.; Lima, M.G. O acervo de fotografias aéreas na CPRM: organização, processamento e acesso. In: Congresso Brasileiro de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação, 24., 2011, Maceió. **Anais...** Maceió: FEBAB, 2011. Disponível em:<http://www.cprm.gov.br/publique/media/Evento_Isabel_Matos.pdf>. Acesso em 11 jul. 2016.

Micheletti, N.; Lane, S.N.; Chandler, J.H. Application of archival aerial photogrammetry to quantify climate forcing of alpine landscapes. **The Photogrammetric Record**, v. 30, n. 150, p. 143-165, 2015.

Nurminen, K.; Litkey, P.; Honkavaara, E.; Vastaranta, M.; Holopainen, M.; Lyytikäinen-Saarenmaa, P.; Kantola, T.; Lyytikäinen, M. Automation aspects for the georeferencing of photogrammetric aerial image archives in forested scenes. **Remote Sensing**, v. 7, p. 1565-1593, 2015.

Pérez, J.A.; Bascon, F.M.; Charro, M.C. Photogrammetric usage of 1956-57 USAF aerial photography of Spain. **The Photogrammetric Record**, v. 29, n. 145, p. 108-124, 2014.

Redweik, P.; Garzon, V.; Pereira, T.S. Recovery of stereo aerial coverage from 1934 and 1938 into the digital era. **The Photogrammetric Record**, v. 31, n. 153, p. 9-28, 2016.

Redweik, P.; Roque, D.; Marques, A.; Matildes, R.; Marques, F. Triangulating the past – Recovering Portugal’s aerial images repository. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 76, n. 9, p. 1007-1018, 2010.