



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Introdução

O projeto E-FOTO vem sendo desenvolvido desde 2002 como um dos grandes pioneiros no desenvolvimento de uma Estação Fotogramétrica Digital (EFD) em ambiente de software livre. Inicialmente, sua construção foi realizada na forma de módulos independentes sem comunicação entre os módulos, não possibilitando a execução de um processo fotogramétrico completo. Foi então iniciado o processo de integração das diversas funcionalidades do sistema, descrevendo a sua base estrutural e o modelo de trabalho a ser seguido em futuras expansões deste, bem como o processo de implementação dos primeiros módulos do sistema segundo esta estrutura.

Como base metodológica para o desenvolvimento, foram adotadas práticas definidas pelos Métodos Ágeis, mais especificamente a Modelagem Ágil e a Programação Extrema, com uma tentativa de adaptação destes à realidade do ambiente acadêmico no qual o projeto encontra-se inserido. (**Badolato, I.S. & Aguiar, R.A.**, A Integração do Software E-FOTO em um Ambiente de Desenvolvimento XP, UERJ, Rio de Janeiro, 2010). O Projeto E- FOTO, é um projeto ativo, dinâmico, que vem ao longo do tempo evoluindo, recebendo novos contribuidores, agregando novas características e recursos para melhor atender à novas necessidades dos usuários.

O módulo de Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos é responsável pela criação, manutenção e garantia da integridade de um projeto de mapeamento fotogramétrico digital. O trabalho com um projeto de mapeamento fotogramétrico digital é tarefa que requer conhecimentos e habilidades específicas nos campos de Sensoriamento Remoto, Fotogrametria, Geodésia e Cartografia. Essas disciplinas integram o currículo de formação do engenheiro cartógrafo e do engenheiro agrimensor, podendo ser objeto de cursos de extensão e de pós-graduação de profissionais de outras áreas do conhecimento ligadas às geociências.

Desta forma, a utilização do módulo de gerenciamento de projetos fotogramétricos, pressupõe que o usuário esteja familiarizado com os seguintes conceitos:

- sistemas geodésicos e sua transformação, em particular os sistemas SAD69, WGS84 e SIRGAS2000;
- transformação de coordenadas geodésicas em projetadas (UTM);
- transformação de altitudes elipsóicas em ortométricas ou geoidais;
- fotogrametria digital (orientações interior e exterior, restituição fotogramétrica digital, extração de modelos digitais de superfície a partir de estereogramas);



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

- medição automática de pontos por correlação, ajustamento de blocos pelo método dos feixes perspectivos e ortorectificação pelo processo da retificação referencial.

Para trabalhar com um Projeto de Mapeamento Fotogramétrico Digital você necessitará dos seguintes documentos e dados:

- arquivos correspondentes às imagens fotogramétricas da área de interesse, com recobrimento longitudinal e lateral mínimos, em torno de 60% e 30%, respectivamente;
- certificado de calibração da câmara ou sensor utilizado na geração das imagens;
- memorial descritivo dos pontos de apoio de campo utilizados no projeto (pontos de controle e de teste da qualidade);
- dados opcionais de posicionamento e atitude do sensor (GNSS e INS/IMU).

Apresentação

Após executar-se a versão integrada do software E-Foto, aparecerá a tela de abertura do software, conforme mostrado na figura 1 abaixo. No menu principal temos as opções de Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos, a saber: **Project**, **Execute** e **Help**. Podemos utilizar o programa para criar e/ou modificar um projeto fotogramétrico. Por questões didáticas, vamos mostrar um exemplo de utilização do programa pela primeira vez, desde a entrada de dados. Para tal, optaremos pela opção do menu denominada **Project**.



Figura 1 – Tela inicial de abertura do software integrado.



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Passo 1: Precisamos inicialmente realizar a entrada de dados para que o projeto fotogramétrico possa, posteriormente, ser executado. Ao abrir as opções de **Project**, opte por **new**. Então aparecerá uma tela solicitando o nome do projeto que você está criando. Em seguida será exibida a respectiva tela de entrada de dados, conforme mostra a figura 2 a seguir.

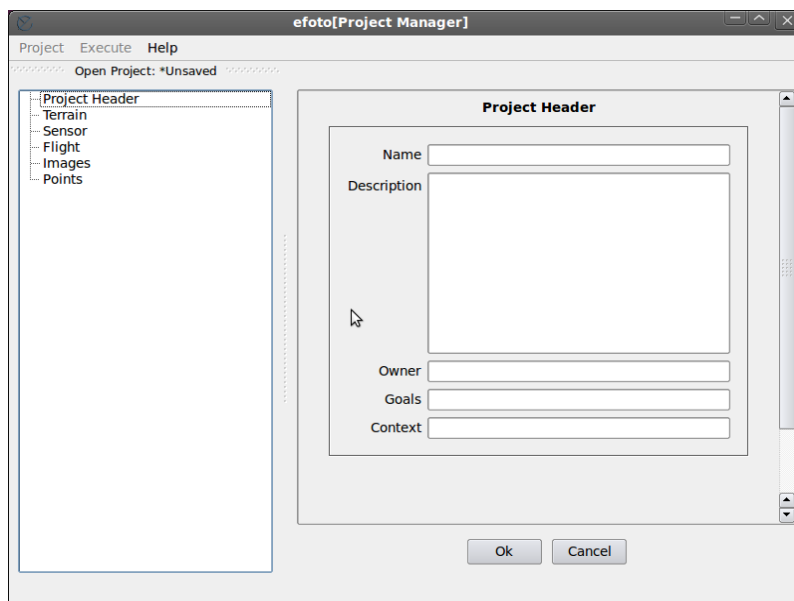


Figura 2 – Tela do **Project Header** para inclusão de dados.

Nesta tela de entrada de dados do item **Project Header**, devemos preencher as informações relativas ao Nome do Projeto (Name), Descrição (Description), Responsável ou Proprietário (Owner), Objetivos (Goals) e Contexto (Context).

- **Modo de Edição:** Clicando no botão “Edit” na parte inferior da tela entramos no Modo de Edição. O indicativo de que estamos no modo de edição é o fato do formulário tornar-se cinza e as opções de **Project** e **Execute** no menu principal ficarem desabilitadas, como mostra a figura 3.



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

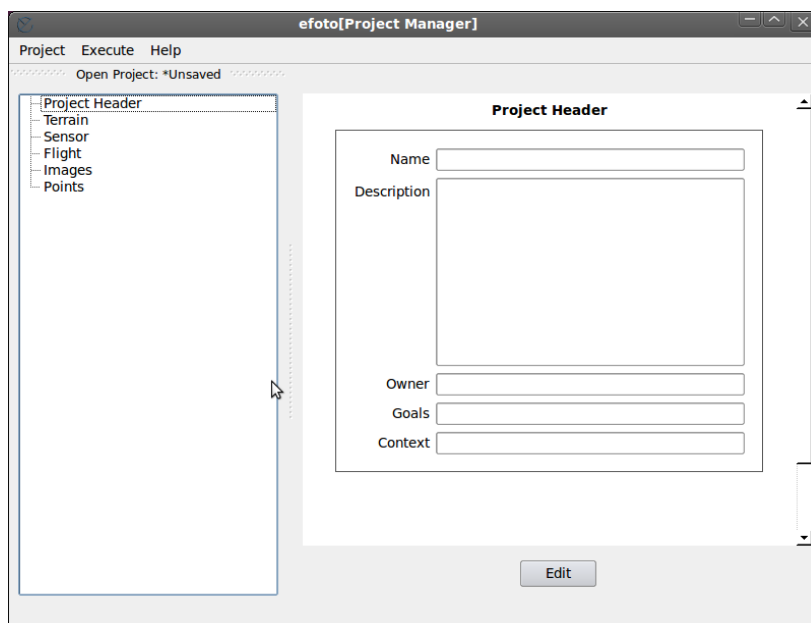


Figura 3 – Tela de **Project Header** no modo de edição.

Para confirmar as alterações no formulário **Project Header** basta clicar no botão “Ok”; para descartá-las, clique em “Cancel”.

- **Salvando um Projeto:** Para salvarmos um projeto devemos ir ao menu principal **Project**, e optar por **Save file as**. É preciso estar fora do Modo de Edição para ter acesso ao menu principal. O projeto **NAO** deverá ser salvo em endereços cujos nomes contenham acentos, espaços ou caracteres especiais.

Os metadados (Endereço do arquivo - Nome do arquivo - Data de criação - Data da última modificação) aparecerão no formulário **Project Header** somente quando o projeto for salvo, como mostra a figura 4.



Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Laboratório de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
Projeto E-Foto

Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

The screenshot shows a software window titled "Project 1 - efoto[Project Manager]". It has a menu bar with "Project", "Execute", and "Help". Below the menu bar is a status bar that says "Open Project: UERJ-Imagens". On the left side, there is a tree view with the following items: "Project Header" (selected), "Terrain", "Sensor", "Flight", "Images", and "Points". The main area of the window is titled "Project Header" and contains a form with the following fields:

- Name: Project 1
- Description: Criando um projeto para o tutorial.
- Owner: UERJ E-FOTO Team
- Goals: (empty text box)
- Context: Tutorial e-foto
- Metadata section with the following fields:
 - File path: /home/pauloabp/e-foto/bin
 - File name: UERJ-Imagens
 - Creation date: 14/10/10 14:01
 - Modification date: 14/10/10 14:01

At the bottom right of the form is an "Edit" button.

Figura 4 – Tela de **project Header** com metadados após projeto ser salvo.

Passo 2: Uma vez criado o projeto fotogramétrico, precisamos agora dar entrada nas informações relativas ao terreno. Para tal, basta clicar no item **Terrain** logo abaixo de **Project Header**, como mostrado na tela da figura 5 a seguir.



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

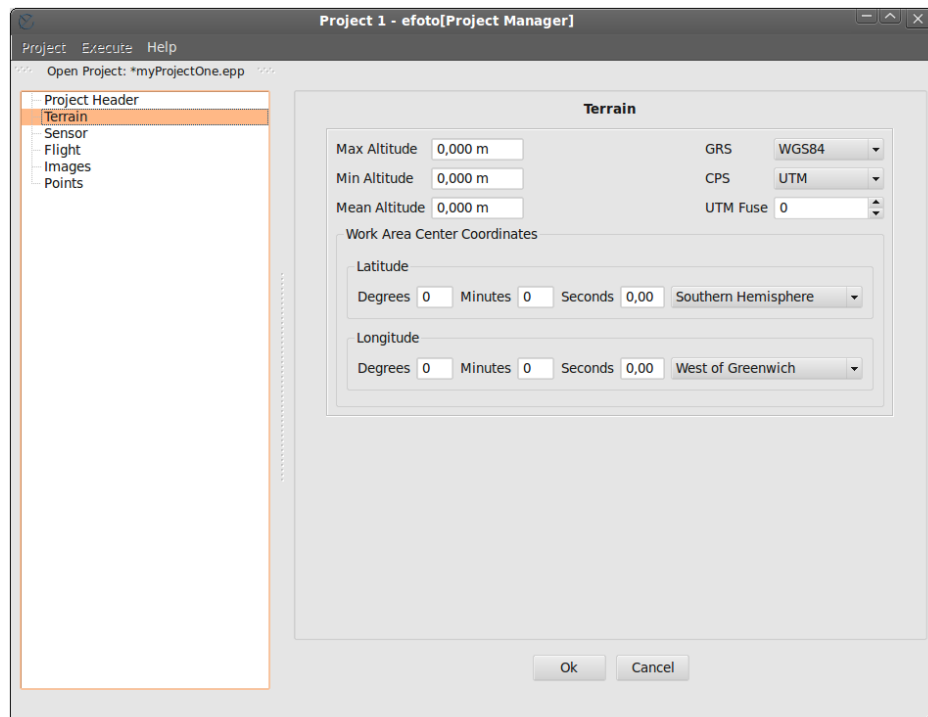


Figura 5 – Tela relativa ao item **Terrain** para inclusão de dados

Nesta tela de entrada de dados do item **Terrain**, devemos preencher as informações relativas ao terreno, como:

- Altitude máxima , mínima e média (A altitude é referida ao Geoide, isto é, ao Nível Médio dos Mares).
- GRS (Geodetic Reference System) com as seguintes opções de sistemas de referência geodésica:
 - SIRGAS2000;
 - SAD69 (versão original);
 - WGS84;
- CPS (*Cartographic Projection System*) com a opção única para UTM*;
- UTM fuse (Seleção do fuso UTM da área de trabalho);



Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Laboratório de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
Projeto E-Foto

Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

- Coordenadas do Centro da Área de Trabalho:

- I. Latitude, medida em graus, minutos e segundos e também a indicação de Hemisfério Norte – (North Hemisphere), ou Sul – (South Hemisphere);
- II. Longitude, medida em graus, minutos e segundos e também a indicação de Leste de Greenwich - (East of Greenwich) ou Oeste de Greenwich - (West of Greenwich), conforme o caso.

*É a projeção prevista para esta versão do software. Apesar da escolha se limitar a uma única opção, pretende-se em versões futuras, habilitar a possibilidade de trabalho com outras projeções cartográficas.

Passo 3: Precisamos agora dar entrada nas informações relativas ao sensor. Para tal, basta clicar no item **Sensor** logo abaixo de **Terrain** como mostrado na tela da figura 6 a seguir:



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

The screenshot shows the 'Sensor' configuration window in the 'Project 1 - efoto[Project Manager]' application. The window is divided into several sections:

- Sensor**: Includes fields for 'Sensor Id' and 'Description'.
- Type**: Includes dropdown menus for 'Detector' (set to 'film'), 'Platform' (set to 'aerial'), 'Geometry' (set to 'frame'), 'Energy Source' (set to 'natural'), and 'Calculation Model' (set to 'With Fiducial Marks').
- Camera Calibration Certificate**: Includes fields for 'Number', 'Dispatch' (set to '23/06/2011'), and 'Expiration' (set to '01/01/2000').
- Sensor Parameters**: Includes a 'Standard Deviation' dropdown (set to 'Not Available'), a 'Calibrated Focal Distance (mm)' field (set to '1.000'), and 'StDev' (set to 'Not Available').
- Coordinates of Principal Point (mm)**: Includes fields for 'X₀' and 'Y₀' (both set to '0.000') and 'StDev' (set to 'Not Available').
- Distortion Coefficients**: Includes checkboxes for 'Radial Symmetric' and 'Decentered', both checked. Each has a 'Not Considered' dropdown and a 'Standard Deviations' dropdown (set to 'Not Available'). Below each are fields for 'k₀', 'k₁', 'k₂', 'k₃' (under Radial Symmetric) and 'P₁', 'P₂' (under Decentered), all with 'StDev' set to 'Not Available'.
- Fiducial Marks (mm)**: Includes a '4 marks' dropdown and a 'Standard Deviations' dropdown (set to 'Not Available'). Below are fields for 'x₁', 'y₁', 'x₂', 'y₂', 'x₃', 'y₃', 'x₄', 'y₄', all with 'StDev' set to 'Not Available'.

At the bottom of the window are 'Ok' and 'Cancel' buttons.

Figura 6 – Tela relativa ao item **Sensor** para inclusão de dados.



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Nesta tela de entrada do item **Sensor** devemos preencher as informações relativas ao mesmo, tais como:

- Sensor Id – Identificação do Sensor ou Câmara - campo obrigatório;
- Descrição do Sensor ou Câmara;
- Tipo:
 - Detector: pode ser filme (analógico), ou digital (CCD);
 - Plataforma (nesta versão somente está disponível a opção “aérea”);
 - Geometria (frame);
 - Energy Source (espectro ótico da radiação eletromagnética) e;
 - Calculation Model (With Fiducial Marks, Sensor Dimensions; Fixed Parameters): Trata-se do modelo de cálculo a ser utilizado na execução da orientação interior das imagens.
- Certificado de Calibração da câmara:
 - Número;
 - Data de Expedição;
 - Data de Expiração.
- Parâmetros do Sensor: (Devem ser extraídos do respectivo Certificado de Calibração).
 - Distância Focal Calibrada e seu desvio-padrão, se disponível;
 - Coordenadas do Ponto Principal (x_0 , y_0 e seus respectivos desvios-padrão, se disponíveis);
- Coeficientes de Distorção das Lentes:
 - Radial Simétrica (K_0 , k_1 , k_2 , k_3 e seus respectivos desvios-padrão, se disponíveis);
 - Descentrada (P_1 , P_2 e seus respectivos desvios-padrão, se disponíveis);
- Marcas Fiduciais:
 - Número de marcas fiduciais (São admitidas 4 ou 8 marcas fiduciais) e;
 - Coordenadas das marcas fiduciais provenientes do certificado de calibração da câmara ou sensor (x_i, y_i e seus respectivos desvios-padrão, se disponíveis).



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Passo 4: Precisamos agora dar entrada nas informações relativas aos voos. Para tal, basta clicar no item **Flight** logo abaixo de **Sensor** como mostrado na tela da figura 7 a seguir:

Project 1 - efoto[Project Manager]

Project Execute Help

Open Project: *myProjectOne.epp

Project Header
Terrain
Sensor
Flight
Images
Points

Flight

Flight Information

Flight Id

Producer's Name

Description

Date of Flight Execution 01/01/2000

Flight Parameters

Flight Height (m) 1000

Nominal Scale 1:10000

Longitudinal Overlap (%) 60,00

Transversal Overlap (%) 20,00

Ok Cancel

Figura 7 – Tela relativa ao item Flight para inclusão de dados.

Na tela de entrada do item **Flight** devemos preencher as informações relativas aos voo (metadados), tais como:

- Identificador do voo (Flight Id) – campo obrigatório;
- Nome de quem Produziu (empresa);
- Descrição (Ex.: local do voo);
- Data de execução;



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Parâmetros do voo:

- Altitude do voo (acima do nível médio do mar);
- Escala nominal dos fotogramas;
- Superposição:
 - longitudinal (ao longo da linha de voo);
 - transversal (entre duas faixas de voo consecutivas).

Passo 5: Precisamos agora dar entrada nas informações relativas às imagens colhidas pelo sensor. Para tal, basta clicar no item **Images** logo abaixo de **Flight** como mostrado na tela da figura 8 a seguir:

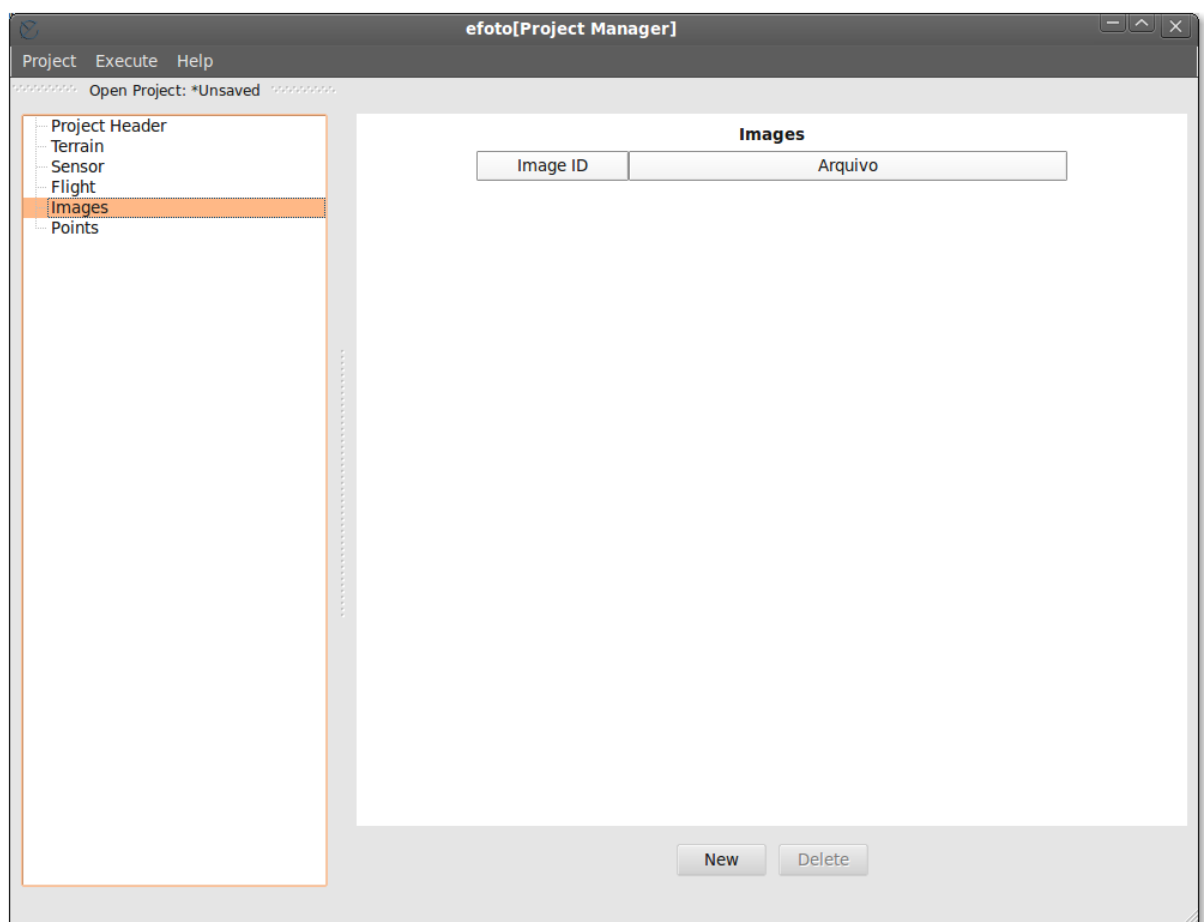


Figura 8 – Primeira tela relativa ao item **Images** para inclusão de dados.



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Obs.: Após clicarmos no botão “new”, aparecerá a tela seguinte para inclusão das imagens, conforme mostra a figura 9.

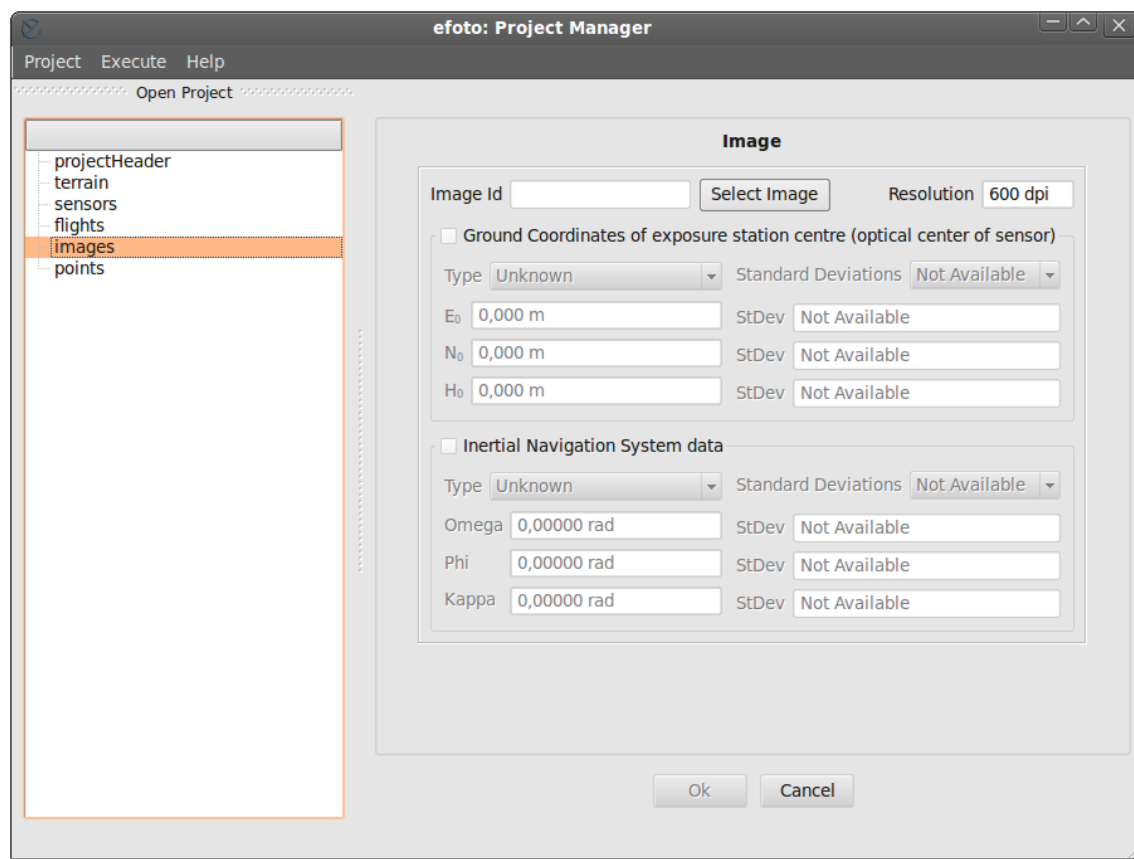


Figura 9 – Segunda tela relativa ao item **Images** para inclusão de dados.

Na tela de entrada do item **image** devemos preencher as informações relativas às imagens, sendo uma tela para cada imagem, ou seja, esse processo precisa ser repetido um número de vezes igual ao número de imagens. Listam-se em seguida os conteúdos a serem preenchidos:

- Identificador da imagem (Image Id) – campo obrigatório;
- Botão “Select Image”- para selecionar a imagem. São aceitos arquivos no formato tif, png, bmp ou jpg;
- Resolução em dpi (dots per inch) ou seja, em pixels por polegadas;
- Coordenadas UTM (E0,N0) e altitude (H0) geoidal ou ortométrica do centro ótico do sensor no momento da tomada da fotografia e seus respectivos desvios-padrão, se disponíveis. Na caixa “Type” escolhemos o status das coordenadas de entrada, a saber: se são desconhecidas (unknown), se os valores são aproximações iniciais (initial) ou se desejamos



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

considerar os valores de entrada como fixos (fixed). Este campo não é obrigatório. Estes dados opcionais referem-se às coordenadas do centro de perspectiva da imagem projetada no sistema de referência do terreno. Essas coordenadas são normalmente provenientes de um sistema de posicionamento geodésico por satélites (*Global Navigation Satellite System – GNSS*), tal como o GPS, GLONASS ou GALILEO;

- Os Dados do Sistema de Navegação Inercial (*Inertial Navigation Systems (INS) ou Inertial Measurement Unit (IMU)*) são os ângulos de atitude do sensor (Omega, Phi, Kappa - em radianos- e seus respectivos desvios-padrão, se disponíveis). Este campo não é obrigatório. Na caixa “Type” escolhemos o status das coordenadas de entrada, se são desconhecidas (unknown), iniciais (initial) ou fixas (fixed), de maneira similar aos dados opcionais do posicionamento do sensor (*GNSS*).

Obs.: Os metadados (Endereço do arquivo, Nome da imagem e Dimensões da imagem em pixels) aparecerão no formulário **Image** quando a imagem for selecionada, conforme mostra a figura 10.

Figura 10 – Tela relativa ao item **Images** com metadados da imagem.

Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Passo 6: Precisamos agora dar entrada nas informações relativas aos pontos de apoio de campo. Para tal, basta clicar no item **Points** logo abaixo de **Images**, como mostrado na tela da figura 11 a seguir. Estes pontos destinam-se ao controle plani-altimétrico (pontos de controle – *control points*) do conjunto de imagens do projeto fotogramétrico (bloco), assim como ao controle da qualidade (*verification or checking points*) dos resultados do processamento fotogramétrico.

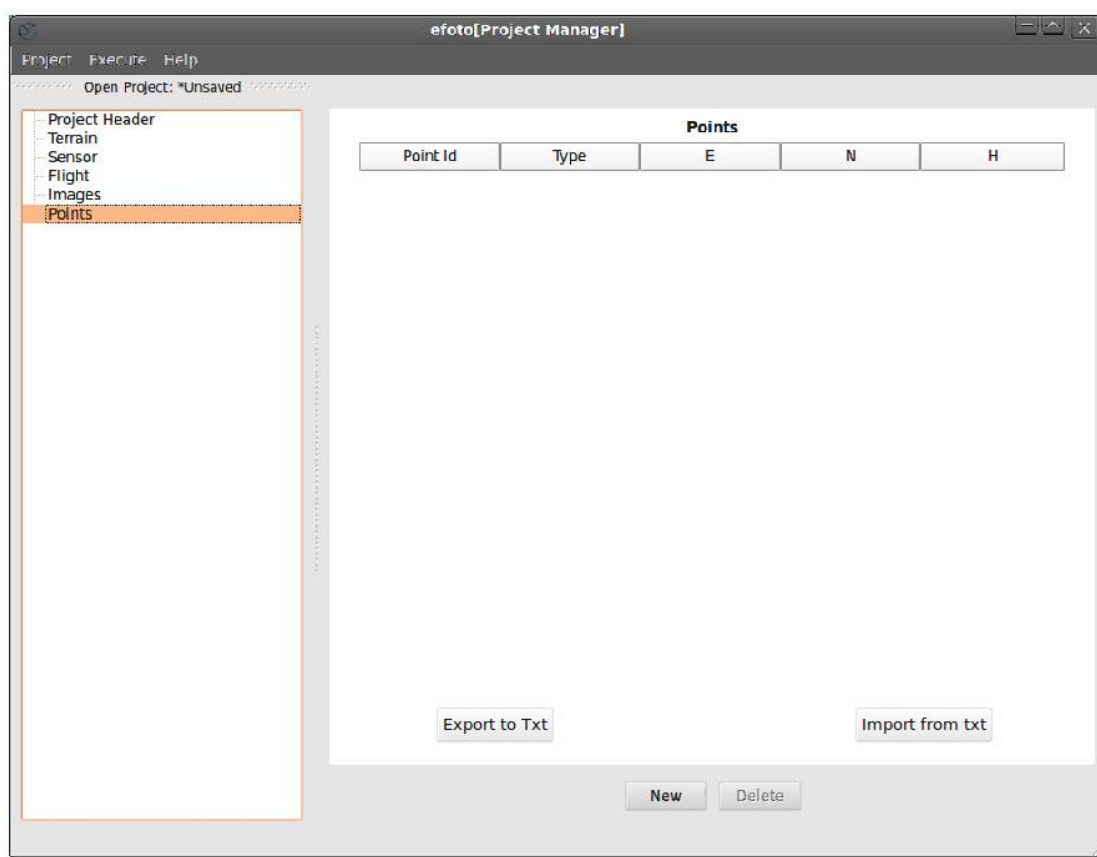


Figura 11 – Primeira tela relativa ao item **Points** – tabela de pontos.

Após clicarmos no botão “new”, aparecerá a tela seguinte para inclusão dos pontos, conforme mostra a figura 12 dos pontos de apoio de campo.

Na parte inferior da tela, observam-se as opções (botões) “Export to txt” e “Import from txt”. Esses botões são utilizados, respectivamente, para a escrita (export) ou leitura (import) de um arquivo de texto contendo os seguintes campos:



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

- Point Id (identificação do ponto) *OBRIGATÓRIO*
- E (Coordenada UTM) *OBRIGATÓRIO*
- N (Coordenada UTM) *OBRIGATÓRIO*
- H (altitude ortométrica ou geoidal) *OBRIGATÓRIO*
- σE (desvio padrão da coordenada E) *OPCIONAL*
- σN (desvio padrão da coordenada N) *OPCIONAL*
- σH (desvio padrão da coordenada H) *OPCIONAL*

Obs.: Os campos do arquivo de pontos anteriormente descrito deverão ser separados por um espaço em branco ou caractere de tabulação

Project 1 - efoto[Project Manager]

Project Execute Help

Open Project: *myProjectOne.epp

Project Header
Terrain
Sensor
Flight
Images
Points

Point

Point Id: PCC 01 Type: Control

Description:

Spatial Coordinates

Standard Deviations: Not Available

E: 0,000 m StDev: Not Available

N: 0,000 m StDev: Not Available

H: 0,000 m StDev: Not Available

Image Measurements

Image	Line	Column
16		

Ok Cancel

Figura 12 – Tela relativa ao item **Point** – Formulário de pontos.



Gerenciamento de Projetos Fotogramétricos

Autores: Lia de Souza e Simões Figueiredo, Rodrigo Dacome Lima, e Letícia de Assis Gomes da Silva

Revisão: Jorge Luís Nunes e Silva Brito

Na tela do formulário **Point** devemos preencher as informações relativas aos pontos, sendo uma tela para cada ponto, ou seja, esse processo precisa ser repetido tantas vezes quantos forem os pontos de apoio de campo. Abaixo os conteúdos a serem preenchidos:

- Identificação do ponto (Point Id);
- Tipo de ponto (Type):
 - controle (control);
 - verificação da qualidade – (checking or verification);
 - Fotogramétrico (photogrammetric).
- Coordenadas Espaciais (Coordenadas UTM (E,N) e altitude geoidal ou ortométrica (H) e seus respectivos desvios-padrão, se disponíveis).
- Indicador das imagens nas quais o ponto está contido e de suas respectivas coordenadas, medidas em pixels.

Obs.: Os campos relativos às coordenadas no sistema de coordenadas de imagem digital (-linha (*line*) e coluna (*column*)) só poderão ser instanciados e/ou alterados por intermédio de medição das coordenadas do ponto na(s) respectiva(s) imagem(ns), na hipótese do formulário de imagens já ter sido preenchido – situação mais comum no fluxograma do processo como um todo.

< FIM DO TUTORIAL >