

Normandes Matos da Silva
Dhonatan Diego Pessi
Camila Leonardo Miotto
Antonio Conceição Paranhos Filho
Domingos Sávio Barbosa
Jéssica Rabito Chaves
Pedro Lopes Miranda Junior
Maira Guarlotti
(Autores)

GUIA OPERACIONAL BÁSICO (GOB) AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS



Normandes Matos da Silva
Dhonatan Diego Pessi
Camila Leonardo Miotto
Antonio Conceição Paranhos Filho
Domingos Sávio Barbosa
Jéssica Rabito Chaves
Pedro Lopes Miranda Junior
Maira Guarlotti

GUIA OPERACIONAL BÁSICO (GOB) – AERONAVES REMOTAMENTE PILOTADAS



2021 Uniedusul Editora
Copyright da Uniedusul Editora
Editor Chefe: Prof^o Me. Welington Junior Jorge
Diagramação e Edição de Arte: Uniedusul Editora
Revisão: Os autores

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

G943 Guia operacional básico (GOB) [recurso eletrônico] : aeronaves remotamente pilotadas / Organizadores Normandes Matos da Silva... [et al.]. – Maringá, PR: Uniedusul, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-86010-63-3

1. Geociências. 2. Geotecnologias. 3. Drones. 4. Veículos remotamente controlados. I. Silva, Normandes Matos da. II. Pessi, Dhonatan Diego. III. Mioto, Camila Leonardo. IV. Paranhos Filho, Antonio Conceição. V. Barbosa, Domingos Sávio. VI. Chaves, Jéssica Rabito. VII. Miranda Junior, Pedro Lopes. VIII. Guarlotti, Maira.

CDD 333.95

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



10.29327/527678

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.
Permitido fazer download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.
www.uniedusul.com.br

Apresentação Laboratório de Geotecnologias (LabGeo – UFR)

A presente obra é um produto do Laboratório de Geotecnologias do Núcleo em Produção e Conservação do Cerrado (LabGeo - Nupec) da Universidade Federal de Rondonópolis (UFR). O LabGeo é um espaço destinado à pesquisa e extensão, com ênfase na qualificação de estudantes, docentes e profissionais que atuam ou atuarão na agricultura digital, planejamento e gestão ambiental do meio urbano e rural e regularização ambiental de imóveis rurais. O Guia auxiliará as pessoas em termos de aperfeiçoamento metodológico e inovação tecnológica, viabilizando estratégias de tomada de decisão para mitigação de problemas críticos, que são capazes de serem especializados no espaço e no tempo. Temos aqui um manual prático orientado a profissionais, mas com uma abordagem que permite aos não especialistas se aprofundarem no assunto. A temática principal reside nos procedimentos básicos para a obtenção e processamento de imagens aéreas derivadas de Aeronaves Remotamente Pilotadas, popularmente conhecidas como drones. As rotinas aqui disponibilizadas são passíveis de alterações, devido a atualizações dos softwares utilizados. Na medida do possível editaremos novas versões deste documento.

Agradecimentos

Ao CNPq pela concessão de Bolsa Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora concedida a Normandes Matos da Silva (Processo 315170/2018-2) e apoio financeiro ao Projeto Aeronaves Remotamente Pilotadas como estratégia de fiscalização de queimadas e monitoramento da restauração ecológica em áreas protegidas (Processo 441975/2018-6);

À CAPES pela concessão de bolsa de Doutorado de Dhonatan Diego Pessi, número de processo 88887.494036/2020-00;

À Finep pelo apoio financeiro para construção do Núcleo de Produção e Conservação do Cerrado (Nupec/UFR);

À Universidade Federal de Rondonópolis (UFR) por oportunizar meios adequados para execução dos trabalhos no Laboratório de Geotecnologias do Nupec;

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS/MEC – Brasil;

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais (PPGTA), da Faculdades de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo (FAENG) da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS);

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de produtividade em pesquisa de A. C. Paranhos Filho (CNPq Processo 305013/2018-1);

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001;

Agradecemos ainda a CAPES pelo acesso ao Portal de Periódicos;

Prefácio

As geotecnologias são uma área em constante atualização e dentro dessas a de veículos remotamente controlados se destaca positivamente pela velocidade com que vem se atualizando e se transformando. É provavelmente hoje a área do geoprocessamento que evolui mais rapidamente, agregando um número cada vez maior de usuários, assim um guia como o aqui apresentado é muito oportuno para apoiar esse crescente número de aplicações e usuários.

Considerando aspectos importantes e atuais, esse guia operacional traz itens essenciais como os aspectos jurídicos e apresenta ainda as etapas de trabalho antes, durante e após a fase do voo, além também das etapas para o processamento das imagens obtidas em busca de resultados acurados.

A competente equipe de autores liderada pelo Prof. Normandes possui longa experiência no tanto no desenvolvimento desse tipo de equipamento, como na operação e geração de produtos aplicados em diferentes áreas do conhecimento.

Importante ainda notar que esse livro atende tanto iniciantes, como usuários já habituados com veículos remotamente controlados, tanto da área técnica como da acadêmica.

Esse guia aborda os itens essenciais e aplicados para quem pretende operar esse tipo de equipamento. Trata-se de um trabalho de cunho aplicado e de fácil compreensão, um tutorial, detalhado, passo-a-passo. É uma leitura que vale a pena!

Antonio Conceição Paranhos Filho

SUMÁRIO

CAPÍTULO 01.....08

CAPÍTULO 02.....21

ANEXO.....46

CAPÍTULO 1

Apresentação

Guia Operacional Básico (GOB) é uma rotina onde se coloca, numa sequência lógica, uma ou mais ações que ao serem executadas, resultam no cumprimento de uma meta ou conjunto de metas (MEDEIROS, 2010). Os Guias Operacionais Básicos são construídos com base em conceitos aliados à tomada de decisão (*decision making*), no qual uma decisão é vista como a escolha de uma ou mais alternativas para a solução de um determinado problema, buscando a menor probabilidade de erro ou fracasso posterior (SANTOS, 2013).

Existe a necessidade de considerar itens essenciais e periféricos no planejamento da missão, mas que são fundamentais para a adequada execução do trabalho planejado, minimizando riscos de acidentes e incidentes de trabalho. O presente Guia nos traz recomendações de um elenco de materiais acessórios, porém importantes na execução de operações em campo com ARP. A ausência de verificação desses itens pode significar o sucesso ou fracasso de uma missão com ARP, portanto, evitemos ser negligentes. Elementos como checar a limpeza de lentes de câmera fotográfica, o espaço de um de cartão de memória, a carga de baterias adicionais, ver o índice KP, por exemplo, devem ser uma constante em nossa rotina de trabalho.

Acrônimos e Abreviações

AIC: Circular de Informação Aeronáutica

ARP: Aeronave Remotamente Pilotada (*Remotely Piloted Aircraft*)

DECEA: Departamento de Controle do Espaço Aéreo

EVLOS: Linha de Visada Visual Estendida (*Extended Visual Line of Sight*)

ICA: Instrução do Comando da Aeronáutica

IS: Instrução Suplementar

POP: Procedimento Operacional Padrão

RBAC-E: Regulamento Brasileiro de Aviação Civil Especial

ARPRC: Rádio Controle (utilizada nesse Procedimento Operacional Padrão como sinônimo de Estação de Pilotagem Remota)

RPS: Estação de Pilotagem Remota (*Remotely Piloted Station*)

SAARPS: Solicitação de Acesso de Aeronaves Remotamente Pilotadas

VLOS: Linha de Visada Visual (*Visual Line of Sight*)

MDE: Modelo Digital de Elevação

MDT: Modelo Digital do Terreno

DECEA: Departamento de Controle do Espaço Aéreo

ANAC: Agência Nacional de Aviação Civil

ANATEL: Agência Nacional de Telecomunicações

Responsabilidades do Piloto Remoto e equipe de VOO

Garantir a regularização do sistema de acordo com regramentos estabelecidos por órgãos reguladores, tais como Anatel, Anac, Decea e Ministério da Defesa;

Garantir que as operações sejam conduzidas em conformidade com a legislação pertinente e respeitando as boas práticas de operação envolvendo sistema de aeronave remotamente pilotada;

Manter registro de qualificações de piloto remoto (RP);

Elaborar listas de verificação e procedimentos relacionados às operações de voo, incluindo avaliação de risco operacional;

Desenvolver, aplicar e monitorar padrões de manutenção de ARP;

Manter registro de defeitos na ARP e qualquer impossibilidade de manutenção;

Garantir que itens de equipamentos especializados, incluindo equipamentos de carga útil, possam ser reparados;

Manter conhecimento técnico completo da ARP utilizada;

Investigar e propor soluções de defeitos significativos na ARP operada;

Conduzir o voo de acordo com os procedimentos da empresa ou do Órgão Público;

Operação segura da aeronave;

Atuar de acordo com os procedimentos conforme Legislação;

Verificar se a limpeza após o voo está concluída e se as baterias com carga de 30% ou menos são colocadas na carga. As baterias devem ser inspecionadas antes do carregamento, conforme o procedimento de gerenciamento de baterias.

Legislação Básica Relacionada à Operação de ARP

MCA 56-1 de 01 de julho de 2020, que versa sobre aeronaves não tripuladas para uso exclusivo em apoio às situações emergenciais;

MCA 56-3 de 01 de julho de 2020, que versa sobre aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos ligados aos governos federal, estadual e municipal, que substitui a AIC N 23/18;

MCA 56-4 de 01 de julho de 2020, que discute sobre aeronaves não tripuladas para uso em proveito dos órgãos de Segurança Pública, da Defesa Civil e de Fiscalização da Receita Federal, que substitui a AIC N 24/18;

RBAC-E nº 94, de 02 de maio de 2017, que estabelece requisitos gerais para aeronaves não tripuladas;

IS E94-003, de 02 de maio de 2017, que estabelece procedimentos para elaboração e utilização de avaliação de risco operacional para operadores de aeronaves não tripuladas;

ICA 100-40, de 20 de novembro de 2018, que trata sobre aeronaves não tripuladas e acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro;

AIC n.º 23/2018, de 11 de junho de 2018, que tem por finalidade regulamentar os procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por aeronaves remotamente pilotadas (ARP), com uso exclusivamente voltado às operações dos Órgãos ligados aos Governos Federal, Estadual ou Municipal;

Portaria IBAMA n.º 3695/2018, de 07 de dezembro de 2018, que estabelece regras gerais para a aquisição, regularidade e operação de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPS) no Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama); e

Nota Técnica n.º 5/2019/COAER/DIPRO, de 15 de fevereiro de 2018, que estabelece a Avaliação de Risco Operacional na operação de Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARPS).

Regularização Emitida por Órgãos Competentes

Antes da operação de qualquer procedimento de missão planejada para voo automatizado, é necessário a homologação da radiofrequência emitida pelo RPAS na ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações), o registro do equipamento e piloto na ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) e solicitação de uso do espaço aéreo no DECEA (Departamento de Controle do Espaço Aéreo). Em determinados casos, também é necessário registro da instituição executora do trabalho no Ministério da Defesa (MD) e seguro obrigatório da RPA para terceiros (seguro RETA).

Na Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) ocorre a homologação da faixa de frequência de uso no equipamento, podendo a ARP vir já homologada de fábrica. Se não tiver a homologação, a mesma deve ser feita pelo site da ANATEL (www.anatel.gov.br) que cederá uma numeração a ser afixada em local visível na carcaça da ARP (ANAC, 2017). O selo de homologação deve ser afixado no frame (corpo) da ARPS e no radio controle.

Após isso, deve-se fazer o registro da ARP e do piloto no sítio eletrônico da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) (www.sistemas.anac.gov.br) e fazer o registro da ARP e do piloto. No procedimento de registros da ARP no sistema de Aeronaves não Tripuladas (SISANT), ocorrerá o cadastro de uma numeração de nove dígitos fornecida pelo proprietário da ARP, que servirá como numeração de identificação. Esta numeração de identificação da ARP deve ser confeccionada em material adesivo no frame da ARP de maneira que fique em local visível (ANAC, 2017). Além disso, como apresentado no *checklist* constante nesse guia, é necessário que o responsável pela missão com ARP leve a campo, o manual do equipamento, a autorização de voo emitida pelo SARPAS, seguro RETA e avaliação de risco operacional.

1.1 Pré-Missão

1.1.2 Checagem Pré-Operacional

Na etapa de planejamento, a Checagem Pré-Operacional auxilia na revisão do plano de voo. Esse procedimento antecede a etapa de operação em campo, que denominaremos de etapa de escritório. Aqui verifica-se se todos os componentes de ARPs e acessórios complementares estão íntegros e funcionando. Inclui ainda os programas computacionais necessários para viabilizar a missão, que devem estar funcionando, atualizados, devidamente instalados em microcomputadores e dispositivos móveis. Por meio dos programas, verifica-se as condições da área da operação (cobertura do solo, relevo, obstáculos naturais e artificiais), incluindo a previsão meteorológica no momento do voo, e tráfego aéreo.

Abaixo apresentamos uma descrição abrangente de itens considerados relevantes e que devem ser averiguados antes do deslocamento para a atividade de campo. Aqui considerou-se um *checklist* passível de ser utilizado para ARP do tipo multirrotor ou asa fixa. Itens na listagem podem ser acrescentados ou omitidos, a depender do modelo do equipamento adotado:

Tabela 1. Descrição dos itens de checagem pré-operacional.

Item	Descrição
ARP	<p>Checar:</p> <ul style="list-style-type: none">✓ Presença de rachaduras ou danos?✓ Verificar as condições das hélices;✓ Montagem da ARP sem instalação das hélices✓ Energizar o rádio controle e após isso a ARP para testes e calibrações✓ Gimbal funcionando adequadamente?✓ Ativar e desativar os motores da ARP;✓ Checar a carga da bateria da ARP;✓ Cartão de memória inserido na ARP? Feito o <i>backup</i>?✓ Cartão de memória reserva, caso necessário;✓ Parafusos soltos?✓ Verifique a segurança flexionando firmemente o equipamento;✓ Checar se as luzes/Leds se estão funcionando ou se há danos;

Firmware/Software	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Checar atualização; ✓ Versão estável? ✓ Energizar o rádio controle e após isso realizar a calibração do ARPS de acordo com o manual do equipamento. ✓ Calibração: RC, IMU, Bússula/Compass e Gimble ✓ Calibração da IMU em local ventilado e superfície plana ✓ Feita calibração desenergizar a ARP e depois o rádio controle.
Bateria	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Bateria da ARP, incluindo baterias reservas em boas condições? ✓ Bateria reserva da ARP carregada? Está no <i>case</i>/maleta? ✓ Bateria do rádio transmissor carregada? ✓ Baterias do <i>notebook</i>, <i>tablet</i> e <i>smartphone</i> carregadas?
Case/Maleta	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contém manual do usuário? ✓ Contém hélices incluindo reservas? ✓ Contém bateria reserva? ✓ Contém rádio controle? ✓ Contém a ARP?
Rádio Transmissor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Está calibrado? ✓ O Aplicativo está atualizado? ✓ Desativar a função "Multiple Flight Modes"; ✓ Checar a função "Return-to-Home"; ✓ Bateria carregada? ✓ Altura mínima de 60 m e máxima de 120 m? ✓ Parâmetro de Critically Low Battery para 10% ✓ <i>Low Battery</i> para 30%;
Transporte da equipe	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguro do veículo; ✓ Checagem geral do veículo (calibragem dos pneus, combustível, faróis etc.); ✓ Equipamento de segurança (triângulo, estepe);

<p>Itens Gerais de Apoio Logístico</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Seguro RETA da ARP (seguro de casco da ARP) ✓ Mapa/croqui da área; ✓ Plano de voo detalhado; ✓ Caderneta de campo; ✓ Defletor de sinal (antena RC); ✓ HD externo para backup dos dados; ✓ Voltímetro de baterias; ✓ Multímetro; ✓ Inversor de 12v para 110/220v; ✓ Carregador/balanceador de baterias; ✓ Mochila/Bolsa grande e pequena; ✓ Sacos plásticos; ✓ Garrafa térmica com água; ✓ Câmera fotográfica; ✓ Capacete; ✓ Óculos de sol; ✓ Cordas; ✓ GPS de navegação; ✓ Camiseta longa/Colete; ✓ Chapéu/boné; ✓ Bota/Galocha/Tênis; ✓ Protetor solar/Repelente; ✓ Kit Primeiros socorros; ✓ Guarda-sol; ✓ Papel toalha, mesa e cadeiras compactas; ✓ Anemômetro Digital ou biruta simples; ✓ Lanche/ Alimentos leves; ✓ Almoço (marmita) ou dinheiro para a refeição; ✓ Binóculo; ✓ Tripé(s); ✓ Bússola; ✓ Relógio de pulso; ✓ Lanterna; ✓ Cal ou outro objeto para marcação de pontos de controle; ✓ Kit limpeza geral; ✓ Caneta/Lápis/Apontador; ✓ Etiquetas/Fita adesiva; - Notebook/Tablet (e seus respectivos cabos);
--	--

Avaliação de risco operacional	<ul style="list-style-type: none"> ✓ No Fly Zone (pistas de aeroportos e aeródromos) verificado? ✓ Condições meteorológicas (incluindo tempestade solar - KP-index) verificadas? ✓ Locais para pouso de emergência verificados? ✓ Torres de energia próximas à área de voo? ✓ Tráfego aéreo verificado? ✓ Proximidade de estradas com tráfego de veículos? ✓ Residências próximas (principalmente em locais de pouso e decolagem)? ✓ Presença de aves no espaço aéreo da missão, que pelas características (quantidade, por exemplo), pode oferecer riscos de colisão? ✓ Pessoas estranhas a equipe no local? ✓ Avaliação de Risco Operacional verificada e aprovada pela equipe?
Kit ferramentas em caso de manutenção (para uso no local de manutenção e em alguns no campo de voo)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Chaves para montar/desmontar; ✓ Fita isolante (de preferência tipo dupla face); ✓ Hélices reservas balanceadas; ✓ Motores reservas; ✓ Peças reservas (diversas); ✓ Bateria (para o rádio controle); ✓ Alicates; ✓ Mini multímetro (medição de tensão/corrente); ✓ Paquímetro, balança, ferro para soldar, estanho, sugador de solda; ✓ Lupa; ✓ Trava-rosca; ✓ Conectores e plugs reservas; ✓ Cabos reservas; ✓ Parafusos e porcas reservas; ✓ Adesivos para consertos de emergência; ✓ Resina EPOX;

Fonte: Sindicato Rural de Mato Grosso (Unidade Rondonópolis), com adaptações da UFR (Laboratório de Geomática/ICAT/UFR)

1.2 Pré-Voo

O pré-voo representa etapa anterior à decolagem, etapa que implica em *checklist* envolvendo retirada da ARP do case para montagem do equipamento incluindo rádio controle, antena e dispositivo móvel ou notebook (de acordo com manual do equipamento). Checagem da adequada calibração dos sensores (feita anteriormente em escritório), e da necessidade de nova calibração em campo. Verificação do plano de voo e possíveis ajustes necessários nas linhas de voo, altura de decolagem, voo, retorno e pouso. Antes da execução da missão automatizada, o piloto remoto deve realizar testes com rádio controle e conferir se a ARP está pronta para missão, o que pode ser realizado pelo programa que elaborou o plano de voo.

Abaixo apresentamos uma descrição abrangente de itens considerados relevantes e que devem ser averiguados antes da execução do voo automatizado. Aqui considerou-se um *checklist* passível de ser utilizado para ARP do tipo multirrotor ou asa fixa. Itens na listagem podem ser acrescentados ou omitidos, a depender do modelo do equipamento adotado:

Tabela 2. Descrição dos itens de checagem do pré-voo.

Item	Descrição
ARP (Asa Fixa ou Multirrotor)	<p>Checar:</p> <p>Asa Fixa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Presença da catapulta (asa-fixa)* ✓ Presença do paraquedas (asa-fixa)* ✓ Rede, gancho ou colchão de ar (asa-fixa)* ✓ Plataforma decolagem e pouso (asa-fixa)* <p>Asa Rotativa:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Hélices fixadas corretamente ✓ RC no modo "P"*** ✓ A frente da ARP sentido contrário ao piloto*** <p>Ambos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Posicionar a ARP no ponto de partida (<i>home point</i>) ✓ Lentes da câmera sem resíduos ✓ Hélices fixadas corretamente ✓ Aguardar finalizar a checagem automática e estabelecimento automático do <i>home point</i> ✓ Retirar travas e protetores ✓ Calibração sensores anticolisão ✓ Calibração compass - Altura configurada de pouso x obstáculos ✓ A frente da ARP sentido contrário ao piloto ✓ Checar sinal de GPS/GNSS ✓ RC x ARP: sequência de funcionamento ✓ Ligar ARP ✓ Ativar os motores ✓ Decolar a ARP e realizar antes um teste de responsividade <p style="text-align: right;">* Caso faça parte dos componentes originais da ARP ** Asa rotativa DJI Phantom. *** Asas rotativas em geral.</p>
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Fontes de interferência eletromagnética? ✓ Obstáculos próximos (silo, torres alta tensão, aves)? ✓ Presença apenas da equipe de trabalho no local;
Rádio controle	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Checar o status do sistema no menu se está tudo OK ✓ Checagem geral de possível irregularidade no sinal; ✓ Avaliação de Risco Operacional verificada e aprovada pela equipe (pré-voo)?

Fonte: Sindicato Rural de Mato Grosso (Unidade Rondonópolis), com adaptações da UFR (Laboratório de Geomática/ICAT/UFR)

1.3 Durante a execução do Voo Automatizado

Durante a missão é importante que o Piloto Remoto fique atento aos parâmetros de voo informados pelo programa responsável pelo plano de voo, tais como tempo – Prestar atenção se alguma tempestade se aproxima, a decorrido de execução da missão, velocidade do vento se aumentou; da ARP, altura do solo, nível de carga da bateria da ARP e do rádio controle e se as imagens estão sendo registradas pela câmera da ARP. A equipe de apoio deve monitorar as condições meteorológicas presentes naquele instante, possíveis obstáculos no espaço aéreo (aeronaves, aves, etc), aproximação de pessoas não anuentes na área sobrevoada, dentre outros.

1.4 Pós-Voo

Abaixo apresentamos uma descrição abrangente de itens considerados relevantes e que devem ser averiguados após a execução do voo automatizado. Aqui considerou-se um check list passível de ser utilizado para ARP do tipo multirrotor ou asa fixa. Itens na listagem podem ser acrescentados ou omitidos, a depender do modelo do equipamento adotado:

Tabela 3. Descrição dos itens de checagem do pós-voo.

Item	Descrição
ARP	✓ Checar: ✓ Desernegizar a ARP e depois o rádio controle; ✓ Remover a bateria; ✓ Checar visualmente algum dano ou inconformidade na ARP; ✓ Desmontar a ARP; ✓ Armazenar a ARP e seus componentes na maleta, case ou mochila
Rádio controle	✓ Desligado, remover a bateria;
Ambiente	✓ Checar na área de voo se algum componente da ARP foi deixado para trás
Avaliação de risco operacional	✓ Acrescentar alguma não conformidade que ocorreu ao longo da missão, e que não estava prevista na avaliação de risco operacional.

1.5 Alguns Cuidados de Segurança

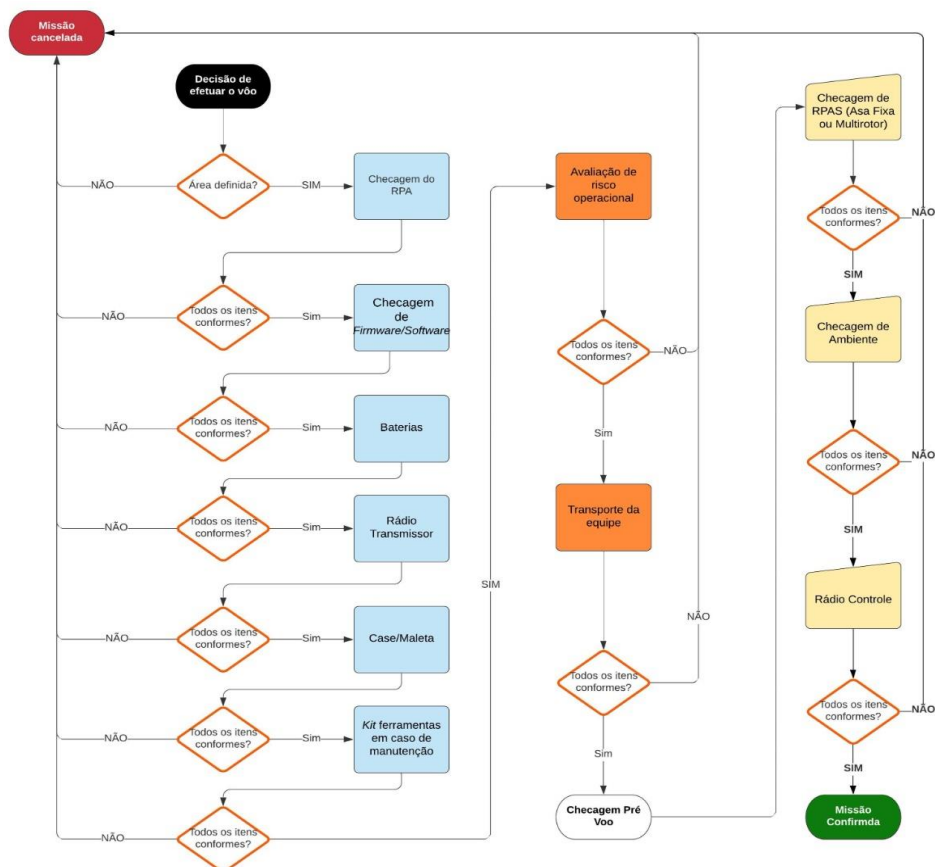
Em caso de risco eminente de colisão, deve ser dada prioridade para reduzir quaisquer danos ou ferimentos em pessoas ou bens. Devem ser feitas tentativas para desligar os motores através do rádio transmissor e, assim que possível com a ARP em solo, bateria deve ser desenergizada. Pessoas não anuentes devem ter acesso restrito de voo, incluindo locais de pouso e decolagem. A ARP deve ser imediatamente inspecionada quanto a ocorrência de bateria danificada, para monitorar risco potencial de incêndio. No caso onde há risco de a aeronave não tripulada interceptar a trajetória de voo de uma aeronave tripulada ou outra ARP, as seguintes ações são recomendadas:

- Realizar manobras evasivas para evitar o acidente;
- Alterar a altitude da ARP (não ocupar o mesmo espaço aéreo);
- Inicie um *Return to Home*;
- Pousar a ARP e avaliar a situação;

1.6 Fluxograma como guia operacional

É apresentado a seguir um fluxograma com todo o passo a passo desde a fase inicial de checagem antes do voo:

Figura 1. Fluxograma com os procedimentos a serem realizados antes de confirmar a missão para o voo.



CAPÍTULO 2

Apresentação

Nesse capítulo será realizado o processamento das imagens obtidas por aeronaves remotamente pilotadas, e para tanto usaremos o software Agisoft PhotoScan^{1*} (AgiSoft PhotoScan Professional - Version 1.4.5), o qual é uma solução na área de fotogrametria para a geração automática de nuvens de pontos densos, modelos poligonais texturizados, ortomosaicos verdadeiros georreferenciados e MDSs/ MDTs a partir de imagens estáticas. Existem outros softwares que realizam esse procedimento também, porém cada um com suas rotinas mais específicas. O PhotoScan possui um processamento ágil (normalmente em algumas horas), fornecendo ao mesmo tempo resultados altamente precisos (até 3 cm para antena e até 1 mm para fotografia de curto alcance) a depender da configuração do computador responsável por processar os dados. O Agisoft PhotoScan é capaz de processar milhares de fotos, e o processamento é realizado localmente, sem necessidade de transmissão de dados para fora do ambiente de trabalho, sendo uma solução interessante para processamento de dados confidenciais. O pacote do software possui um fluxo de trabalho linear baseado em projetos, sendo razoavelmente intuitivo. O PhotoScan pode ser adquirido na página da empresa pelo link <https://www.agisoft.com/>, sendo que ele é licenciado, permitindo um mês de teste gratuito.

2.1 Configuração da interface do Programa

Primeiro procedimento que devemos realizar no PhotoScan é abrir as imagens que serão processadas e salvar o projeto.

Vá em Fluxo de Trabalho > Adicionar fotos.

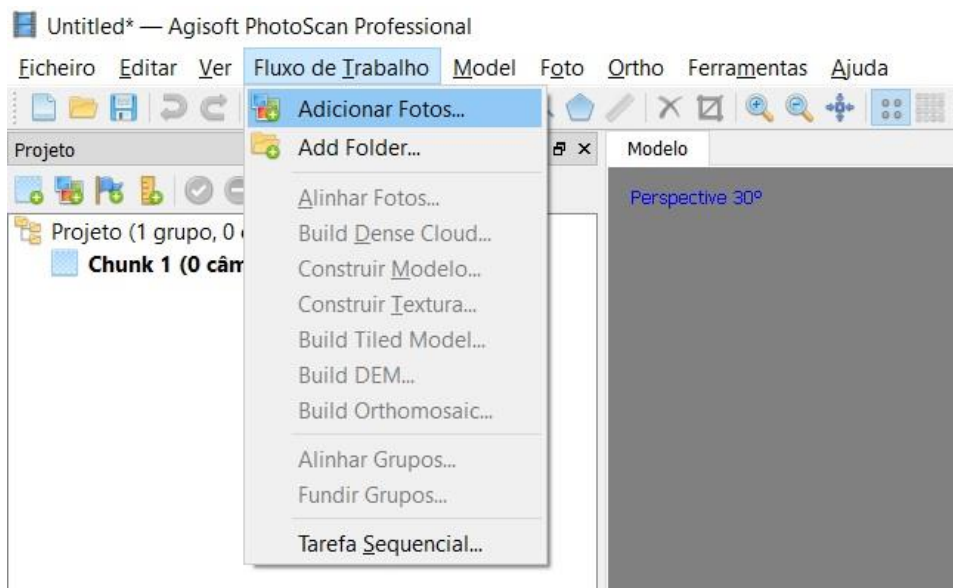


Figura 2. Tela de carregamento das imagens a serem processadas.

¹ * A rotina apresentada abaixo apresenta grande similaridade quando executada no Agisoft Metashape

Na sequência escolha a pasta onde estão as fotos e selecione-as e clique em abrir.

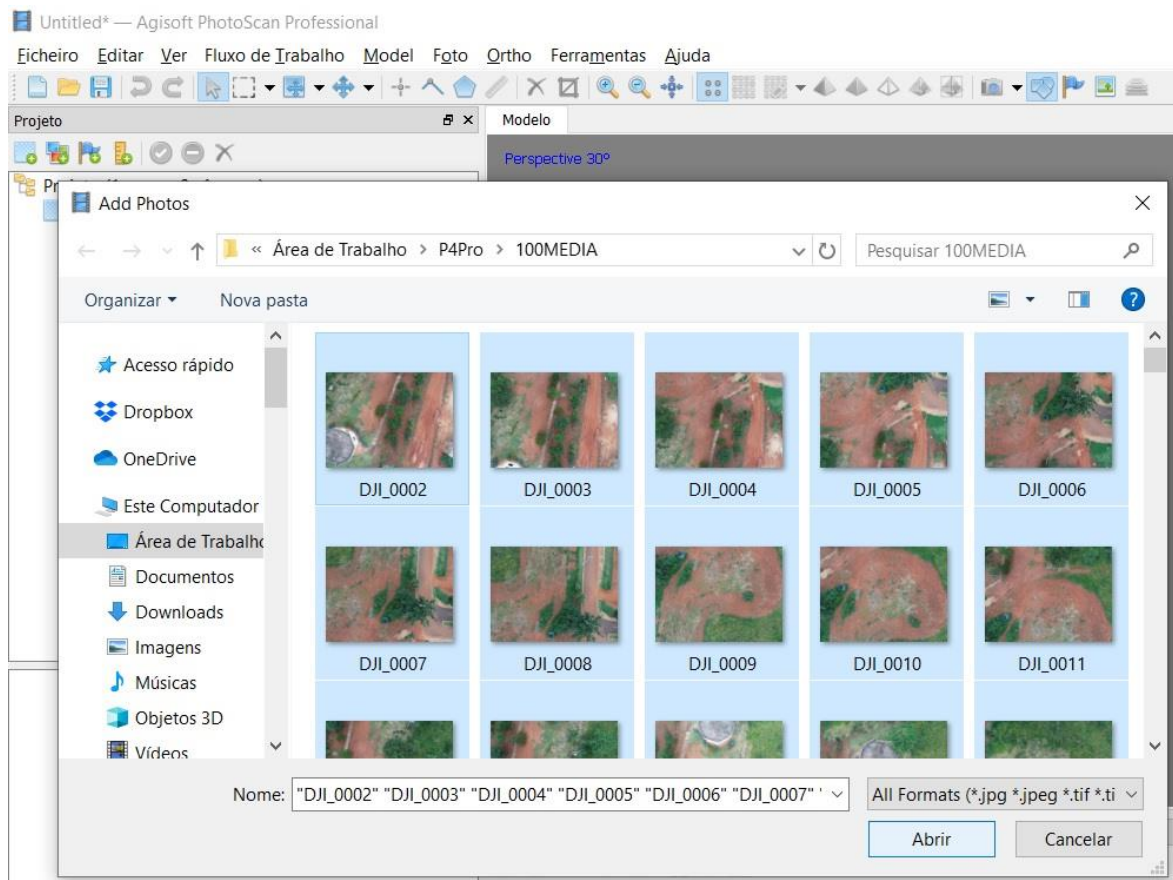
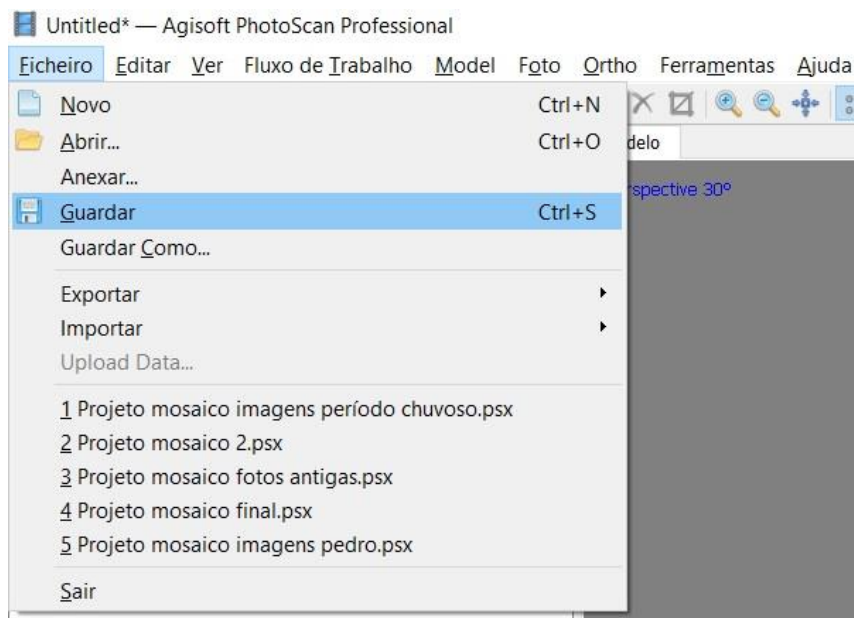


Figura 3. Tela de seleção das imagens.

Agora devemos salvar o projeto antes de iniciar o processamento dessas imagens. Vá em Ficheiro > Guardar.



Próximo passo é realizar a calibração da câmera:

Vá em Ferramentas > Calibração da câmera.

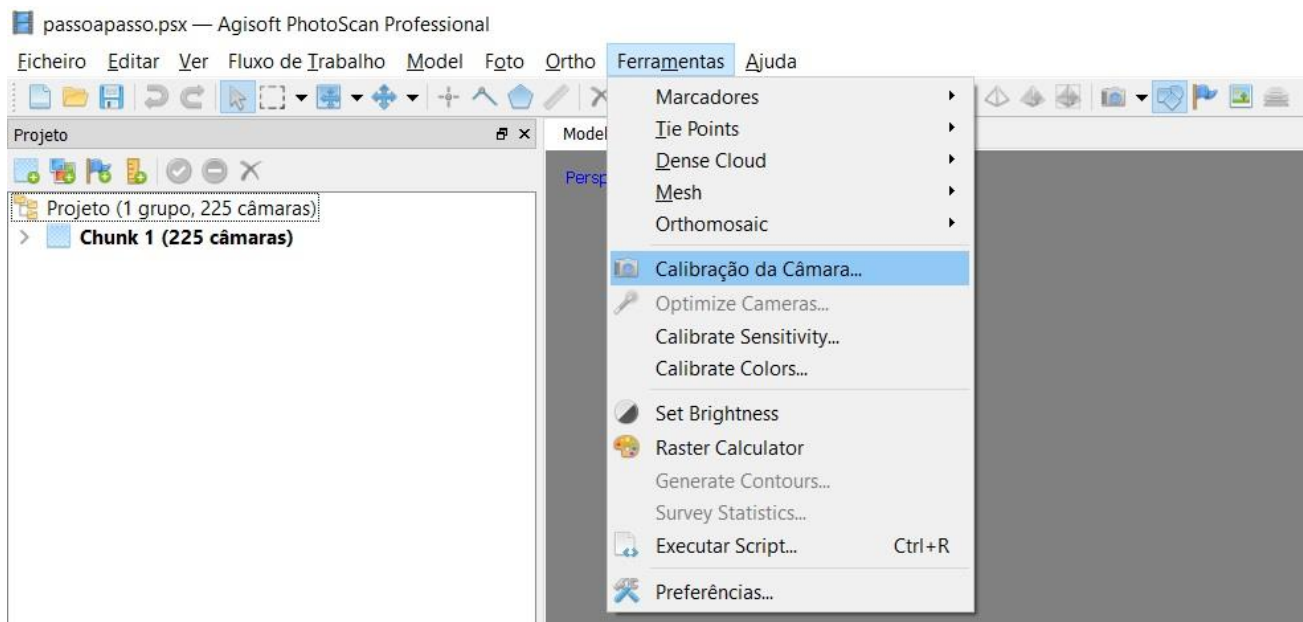


Figura 5. Tela para realizar a calibração da câmera.

Aqui você pode checar o tamanho do pixel, distância focal da lente da câmera, e se necessário, realizar ajustes. No nosso caso, deixaremos os dados fornecidos automaticamente.

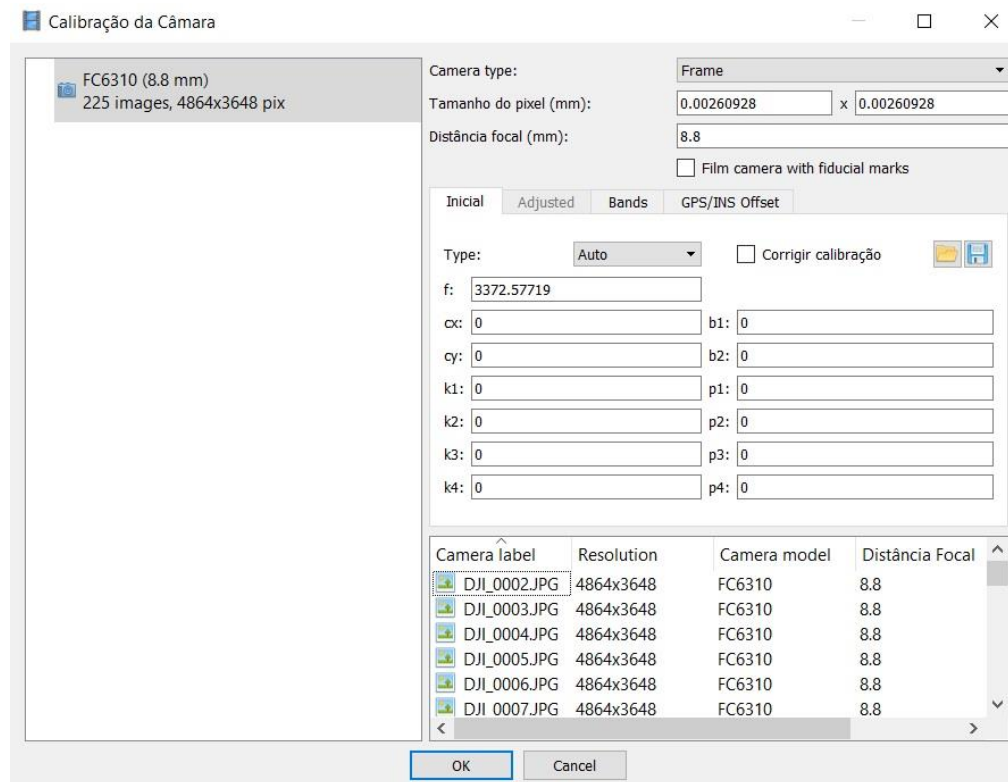


Figura 6. Tela com as informações a serem preenchidas antes de realizar a calibração da câmera.

2.3 Importar pontos de controle (Receptor GNSS)

Importar pontos de controle (Receptor GNSS). Esse passo só será necessário para aqueles que realizaram o levantamento de pontos de controle com o receptor GNSS. Para aqueles que não realizaram, os dados de coordenadas já estão inclusos no Exif das imagens, quando a ARP fornece. Nesse caso, siga para o tópico 2.4.

Vá na aba *Reference*, depois clique em Importar.

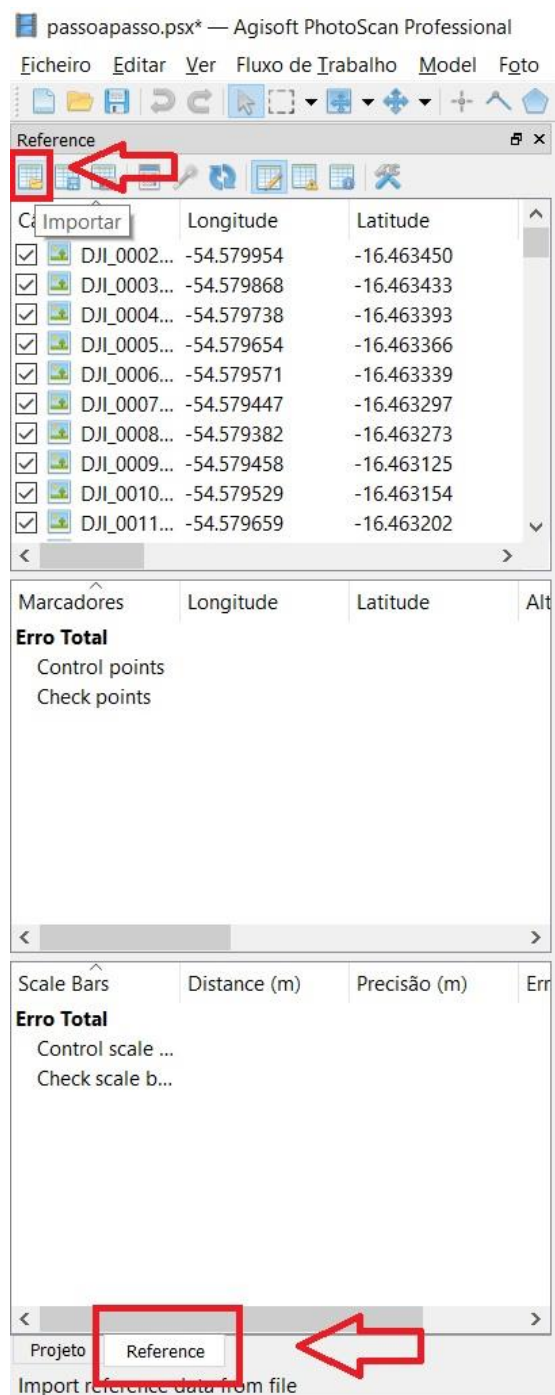


Figura 7. Tela para importar os pontos de controle (dados do receptor GNSS).

Confira o Sistema de coordenadas que você usará, no nosso caso usamos SIRGAS 2000, UTM 21S. Confira a coluna, colocando em “Easting” o número 2 e em “Northing” o número 3. Delimitador deve ser “Tabulação”. Desmarque as opções “Rotation” e “Precisão”. E marque o número 2 na opção “Iniciar a importação na linha”.

Rótulo	Easting	Northing	Altitude
pont-control 1	8178237938	758418593	283.569
pont-control 2	8178256276	758416043	283.481
pont-control 3	8178344171	758376789	284.008
pont-control 4	8178350626	758347357	284.420
pont-control 5	8178368110	758279589	284.502
pont-control 6	8178328541	758292217	284.174
pont-control 7	8178296758	758363149	283.976
pont-control 8	8178251323	758370088	283.576
pont-control 9	8178225273	758269572	284.348
pont-control 10	8178222818	758259345	283.885

Figura 8. Tela com dados a serem informados na importação dos pontos de controle.

Clique em “OK”, depois em “Yes to All”.

Can't find match for 'pont-control 1' entry. Create new marker?

Yes Yes to All No No to All

Figura 9. Tela informando se quer aplicar a configuração pré definida para todos os pontos de controle.

Salve o projeto.

2.4 Configurações adicionais para refinamento das imagens a serem processadas

Agora vamos analisar a qualidade das imagens, esse recurso avalia o arrastamento e a desfocagem. Clicar em cima da imagem com botão direito em *Estimate Image Quality > All Cameras*. Se der <0,5 e não comprometer a sobreposição a imagem pode ser excluída.

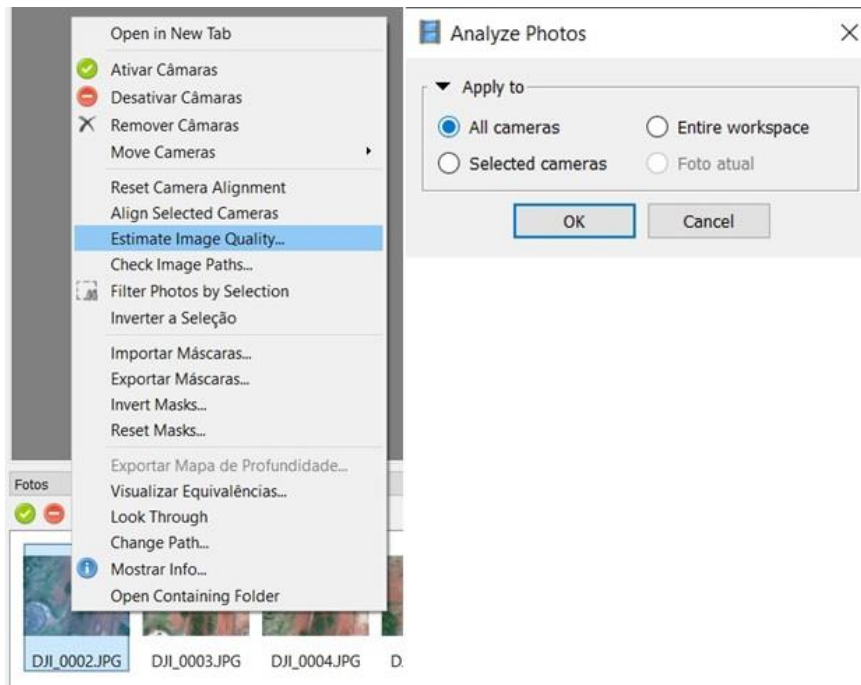


Figura 10. Tela para realizar refinamento das imagens a serem processadas.

Vamos realizar uma correção do brilho das imagens. Para isso, você deve dar dois cliques numa imagem, clicar na opção na aba Ferramentas > *Set Brightness > Image Brightness*. Importante lembrar que a alteração ocorrerá da mesma forma para todas as imagens quando realizar a alteração de uma.

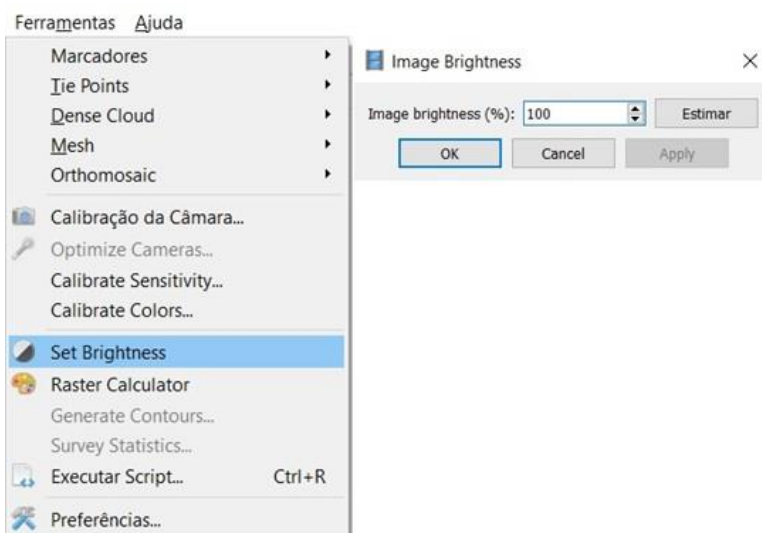


Figura 11. Tela para definir o brilho das imagens.

O quanto deve ser reduzido fica a critério da especificidade de cada projeto. Salve o seu projeto.

Na sequência iremos inserir máscaras, esse processo avalia as imagens e cria máscaras nas áreas de confusão na hora do processamento. Nessas áreas de confusão o software não cria pontos de enlace. As máscaras são importantes em três momentos:

- ✓ Na identificação de áreas homogêneas;
- ✓ No alinhamento elas irão restringir as áreas de confusão;
- ✓ Na densificação da nuvem de pontos ele usa essas máscaras para melhorar o mapa de profundidade.

Clique sobre qualquer imagem com o botão secundário e vá na opção “Importar Máscaras – *Import Masks*” e defina as seguintes configurações:

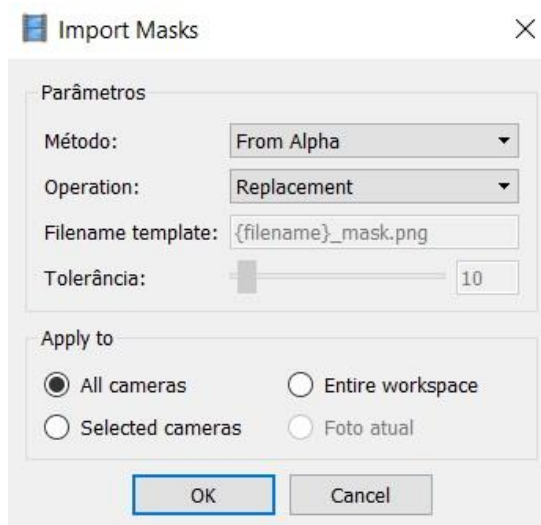


Figura 12. Tela com definições na importação das máscaras.

2.5 Ortorretificação e outros processamentos a partir das imagens

O primeiro processo a ser realizado para a ortorretificação é o alinhamento das imagens. Esse processo pode ser feito com baixa precisão, por não afetar a “precisão posicional” das imagens. A precisão aqui está alinhada com a busca dos pontos homólogos, para que possa apontar os marcadores nos alvos e criar coordenadas do terreno. Como iremos usar pontos de controle, os ajustes serão realizados depois (correção manual a partir dos pontos). Vá em Fluxo de Trabalho > Alinhar Fotos.

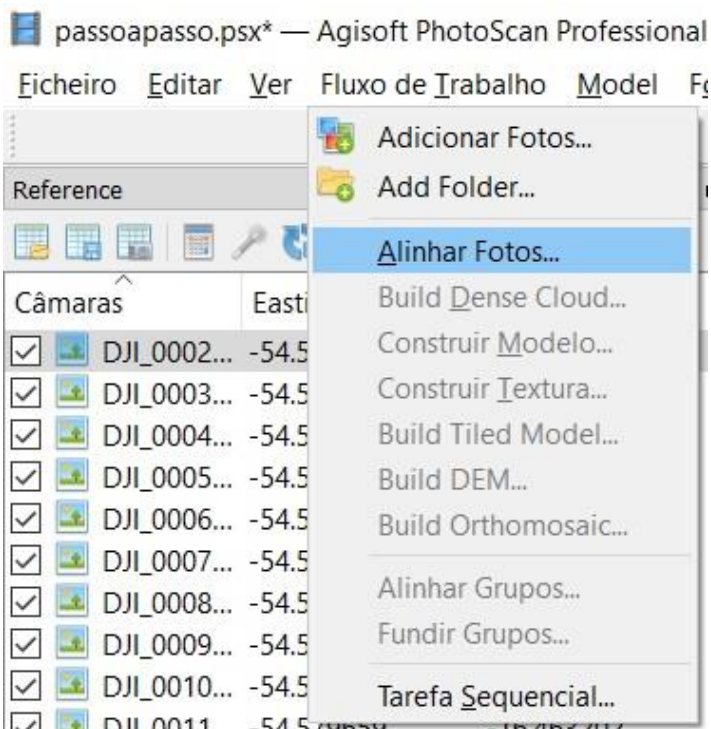


Figura 13. Tela para realizar o alinhamento das imagens.

Configure o processamento para precisão “Baixa”.

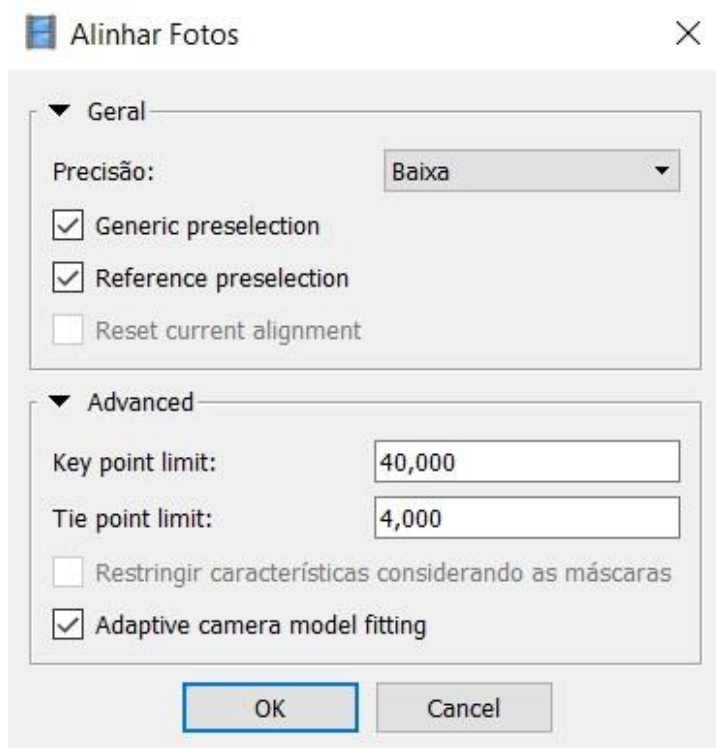


Figura 14. Tela para definir os valores de precisão no alinhamento das imagens.

Após o processamento, salve o seu projeto.

Nesse passo, iremos realizar o posicionamento dos pontos de controle que foram coletados com o receptor GNSS. Para aqueles que não possuem pontos de controle, podem pular esse passo.

Antes de posicionar os pontos, vamos realizar um procedimento que garantirá melhor o modelo removendo pontos espúrios da Nuvem Densa de Pontos. Dê dois cliques sobre a Nuvem Densa de Pontos "Tie Points", agora vá em *Model > Seleção Gradual > Erro de Projeção*> Clique em Ok, depois clique em "Seleção Retangular", selecione os pixels que deseja apagar e depois clique no X para eliminar a seleção.

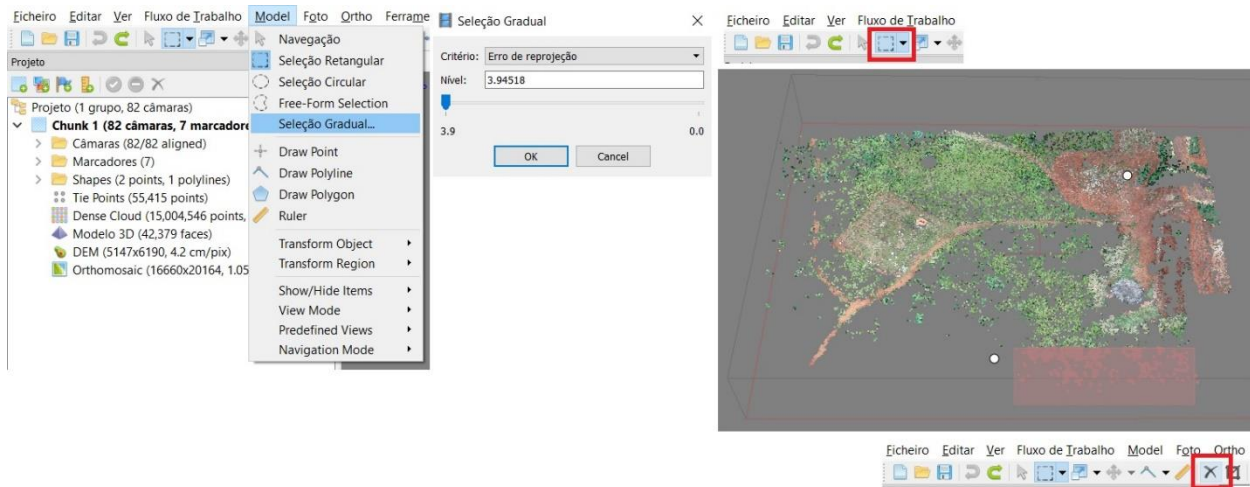


Figura 15. Tela para selecionar pontos espúrios a serem excluídos.

Fazer o mesmo para "Reconstruction Uncertainty" e "Projection Accuracy". Os valores para classificação (Parâmetros Erro de Projeção, *Reconstruction Uncertainty* e "Projection Accuracy") podem ser ajustados pelo usuário para obter melhor desempenho nessa rotina, porém o usuário deve consultar os manuais específicos da Agisoft.

Vá até o ponto de controle, clique com botão direito e selecione "Filter Photos by Markers".

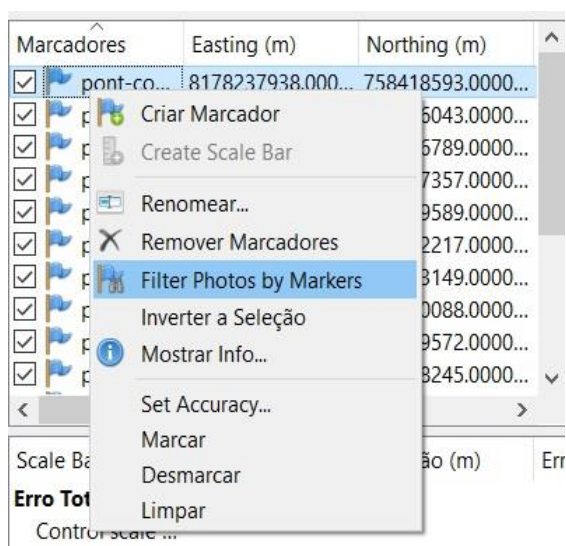


Figura 16. Tela para aplicar filtro sobre as imagens.

Agora identifique nas imagens o marcador e coloque-o no centro do alvo (alvo é o ponto colocado no chão onde foi retirado a coordenada com o RTK, geralmente usa-se cal ou algum marcador como referência) que corresponde à sua coordenada. Fazer isso primeiramente em duas ou três imagens e depois fazer uma nova filtragem.

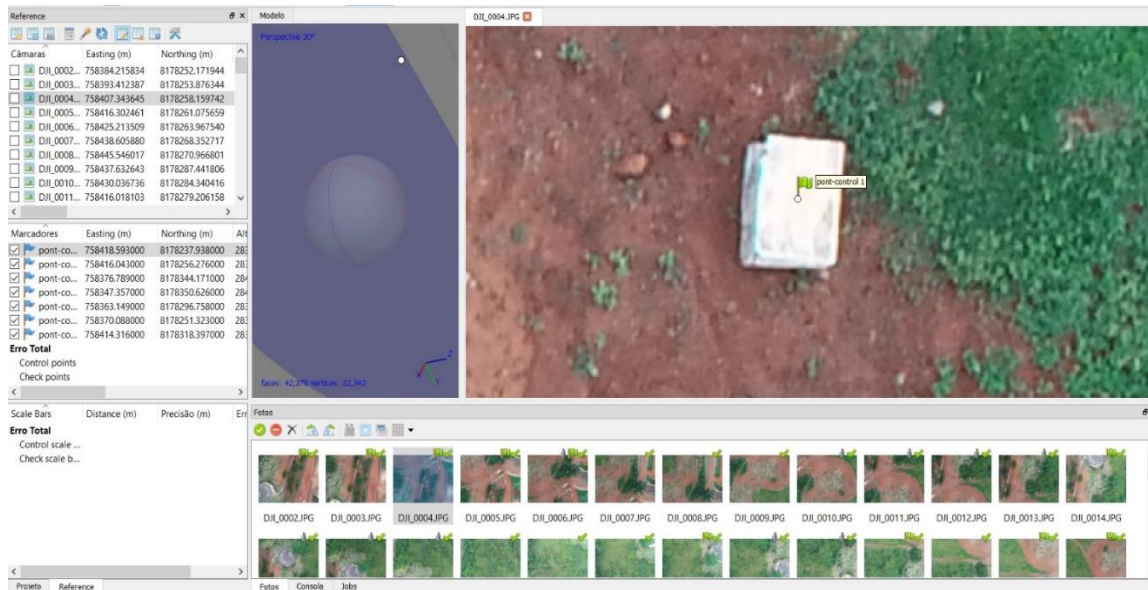


Figura 17. Tela onde é realizado os ajustes dos pontos de controle sobre os locais georreferenciados.

Fazer o mesmo processo (puxar o ponto de controle para cima do ponto de referência em todas as imagens onde apareça o ponto de referência marcado por você).

Depois de ter realizado esse processo para todos os pontos, agora é necessário realizar uma otimização de câmera para melhorar o posicionamento da Nuvem de Pontos em relação aos marcadores. Para isso siga Ferramentas > *Optimize Cameras*.

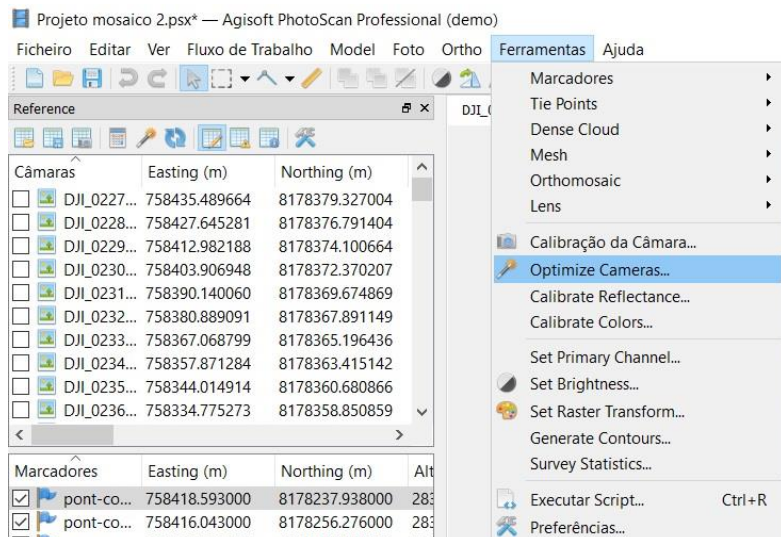


Figura 18. Tela de otimização da câmera.

Após ter feito a otimização de câmera, faça uma checagem geral nos pontos para verificar se todos estão ainda bem posicionados, caso algum esteja mal posicionado, realize a correção.

Selecione essas opções:

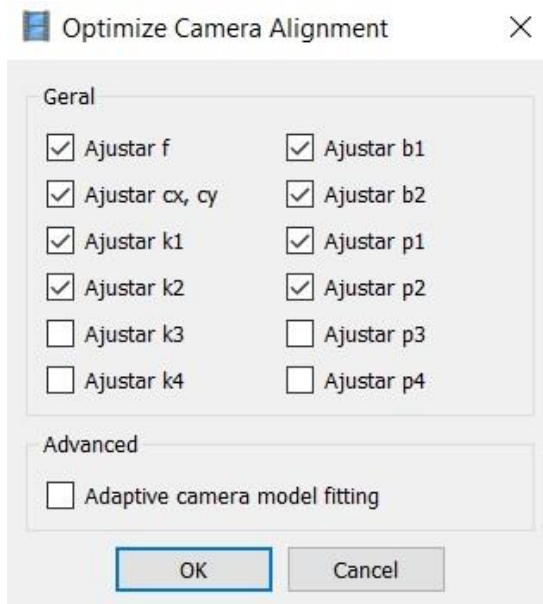


Figura 19. Tela de definição para a otimização da câmera.

Salve o projeto.

Agora iremos aplicar um novo alinhamento de fotos após ter posicionado os pontos de controle.

Realize o procedimento com a precisão de media a alta.

Salve o projeto.

Vamos realizar uma otimização de câmera novamente após ter alinhado as fotos e depois criar um relatório do processamento para ver se há algum erro e também checar algumas informações a respeito da precisão do modelo vá em: Ficheiro>Exportar > *Generate Report*.

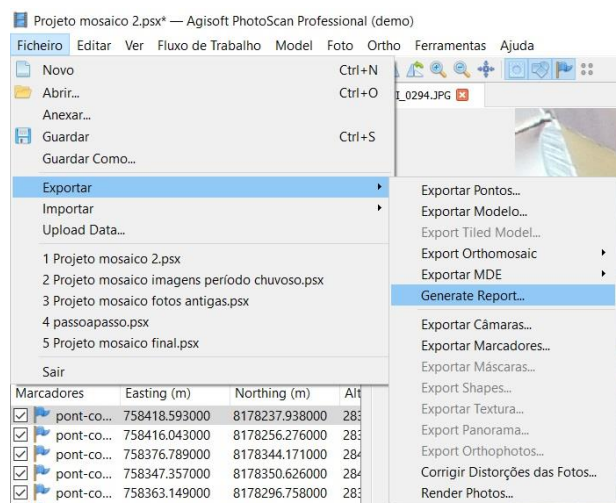


Figura 20. Tela para gerar relatório de erros do modelo.

Após ter feito a otimização de câmera, faça uma checagem geral nos pontos para verificar se todos estão ainda bem posicionados, caso algum esteja mal posicionado, realize a correção.

Algumas das informações que o relatório fornece consiste em mostrar o número de imagens sobrepostas:

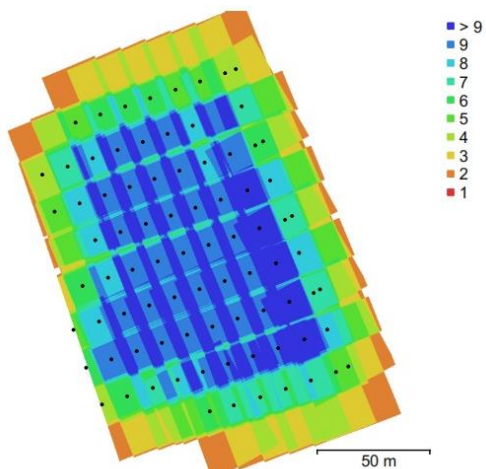


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	82	Camera stations:	82
Flying altitude:	39.7 m	Tie points:	55,415
Ground resolution:	1.05 cm/pix	Projections:	182,014
Coverage area:	0.0231 km ²	Reprojection error:	1.56 pix

Figura 21. Imagem da área processada com informações da quantidade de imagens sobrepostas.

O erro em centímetros dos pontos de controle:

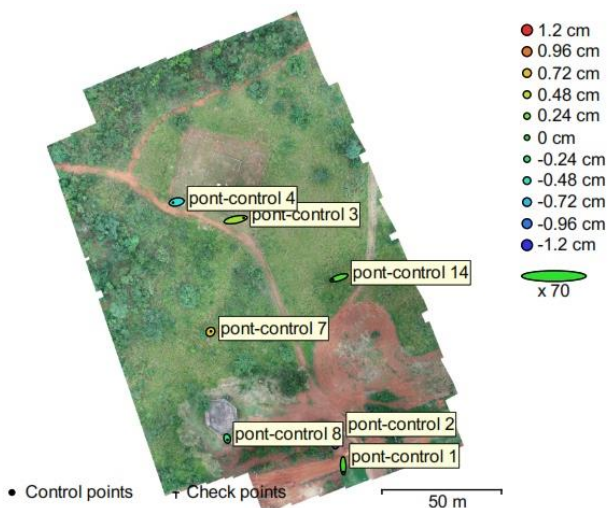


Fig. 3. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape. Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Número	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
7	4.86463	4.82749	0.573087	6.85341	6.87733

Figura 22. Imagem com informações de erro na estimativa dos eixos z,x e y em escala de centímetros.

E o modelo digital de elevação (MDE):

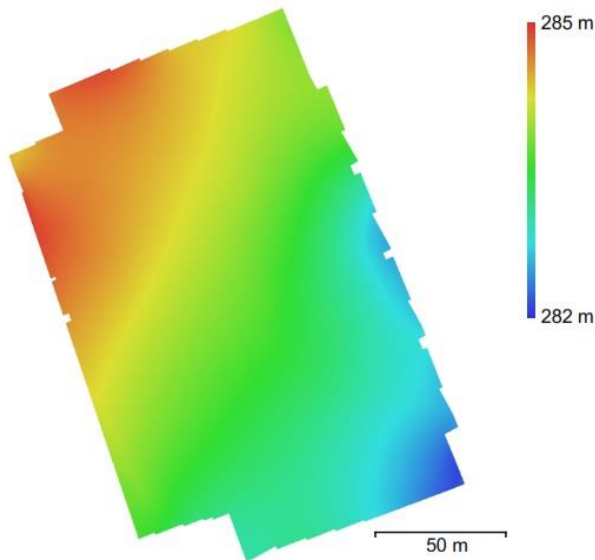


Fig. 4. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 4.2 cm/pix
 Point density: 568 points/m²

Figura 23. Imagem do modelo digital de elevação processado a partir das imagens.

E dados da calibração da câmera:

Calibração da Câmera

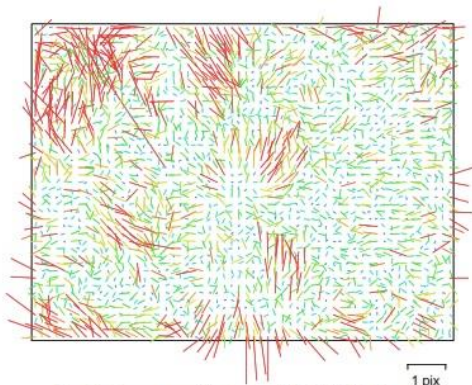


Fig. 2. Image residuals for FC6310 (8.8 mm).

FC6310 (8.8 mm)
 82 images

Type: Frame
 Resolution: 4864 x 3648
 Focal Length: 8.8 mm
 Pixel Size: 2.61 x 2.61 um

	Valor	Error	F	Cx	Cy	P1	P2
F	3372.52	11	1.00	0.64	0.46	0.46	0.07
Cx	19.9207	0.33		1.00	0.42	0.57	0.09
Cy	28.1014	0.29			1.00	0.18	0.47
P1	0.00209611	1.5e-05				1.00	0.03
P2	0.000617525	1.2e-05					1.00

Figura 24. Dados da calibração da câmera.

Nesse passo iremos construir a Nuvem Densa de Pontos. A qualidade irá consistir no produto que você pretende gerar. Em “Elevada” ele irá criar mais pontos, gerando um Elevado detalhamento, porém gastará muito mais tempo de processamento. Por exemplo, para gerar um MDT que servirá para gerar curvas de nível, você pode usar a precisão “Baixa”. Para gerar um MDT que servirá para cálculos de volumes, use “Média”. Já se você busca uma representação fiel do terreno, pode ser utilizado o “Elevada” ou “Ultra Elevada”.

Para gerar a Nuvem Densa de Pontos, vá em Fluxo de Trabalho>*Build Dense Cloud*.

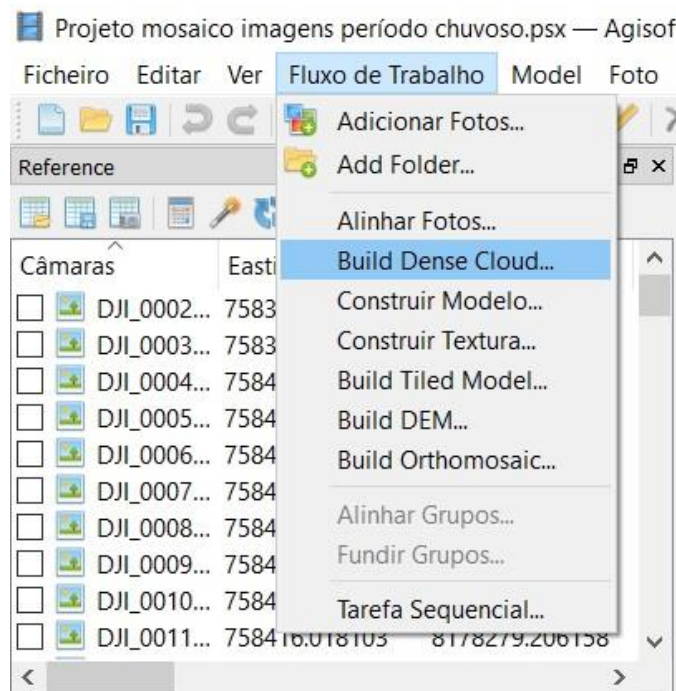


Figura 25. Tela para geração da nuvem densa de pontos.

Escolha o nível de qualidade

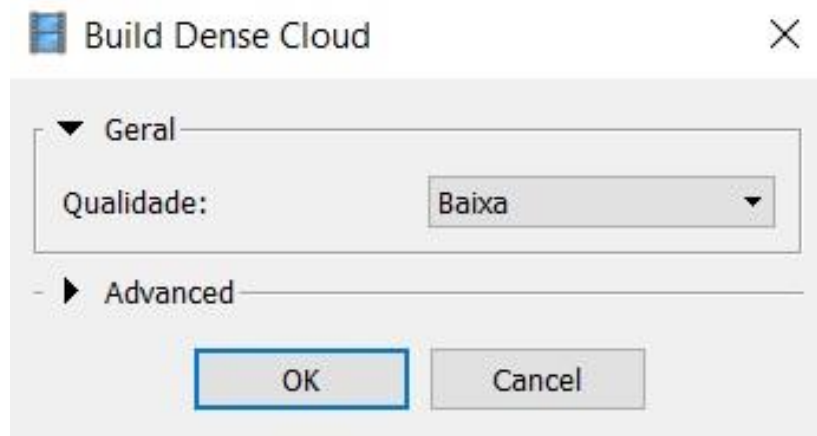


Figura 26. Tela para definição do grau de qualidade na produção da nuvem densa de pontos.

Para gerar o MDT é necessário realizar o processo de Classificação da Nuvem de Pontos, vá em Ferramentas > Dense Cloud > Classify Ground Points.

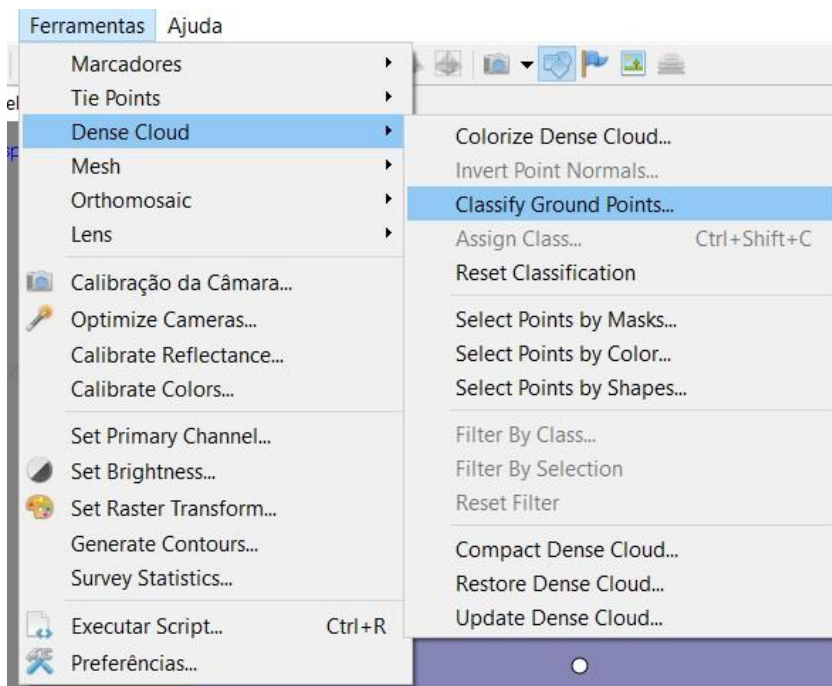


Figura 27. Tela para geração do modelo digital do terreno.

O campo “*Max Angle*” é o ângulo entre o perfil do terreno e o objeto que está acima do terreno. Se você está trabalhando com uma área onde o terreno é plano, pode usar valores baixos, quando o terreno é uniforme, usa valores maiores. A métrica ideal é relativa, deve-se ir testando até chegar num resultado bom.

Já o campo “*Max Distance*” avalia a distância entre os pontos considerados como terreno e o ponto que se deseja classificar. Ou seja, se o nível de qualidade escolhido na produção da Nuvem de Pontos for baixa, será fator de multiplicação de 8. Isso num GSD de 0.5cm (que é o caso do nosso exemplo) resultará em 4. Então pode-se usar um valor um pouco acima disso, como 0,5 m.

O campo “*Cell Size*” considera que tudo que for maior que o valor informado deve ser considerado como terreno.

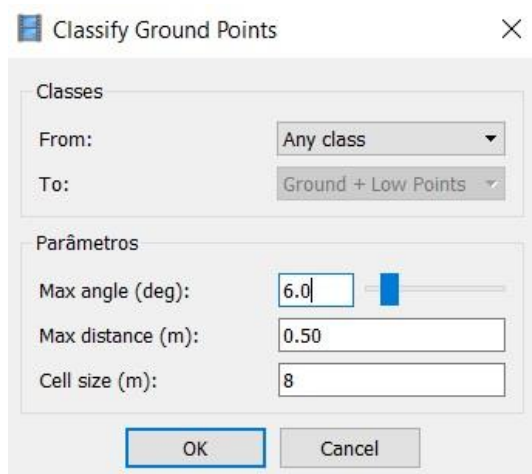


Figura 28. Tela para definição de valores na geração do modelo digital do terreno.

Caso a classificação tenha ficado ruim, é possível realizar um reset da classificação a partir do comando Ferramentas > Dense Cloud > Reset Classification.

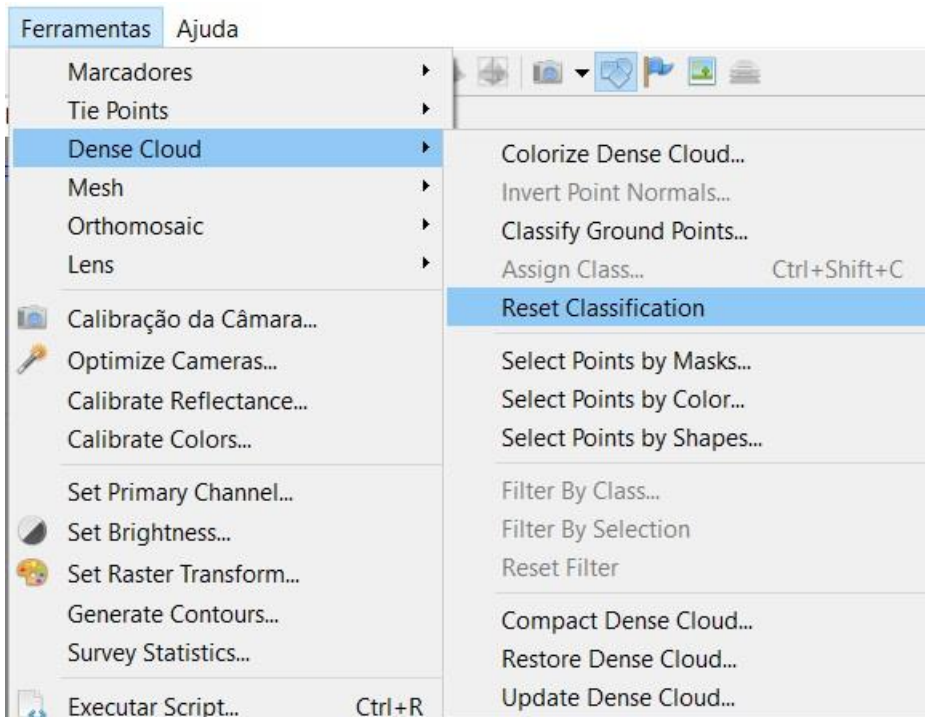


Figura 29. Tela para resetar a nuvem densa de pontos caso tenha ocorrido algum ruído que deva ser corrigido.

Agora vamos construir o Modelo Tridimensional em Fluxo de Trabalho > Construir Modelo.

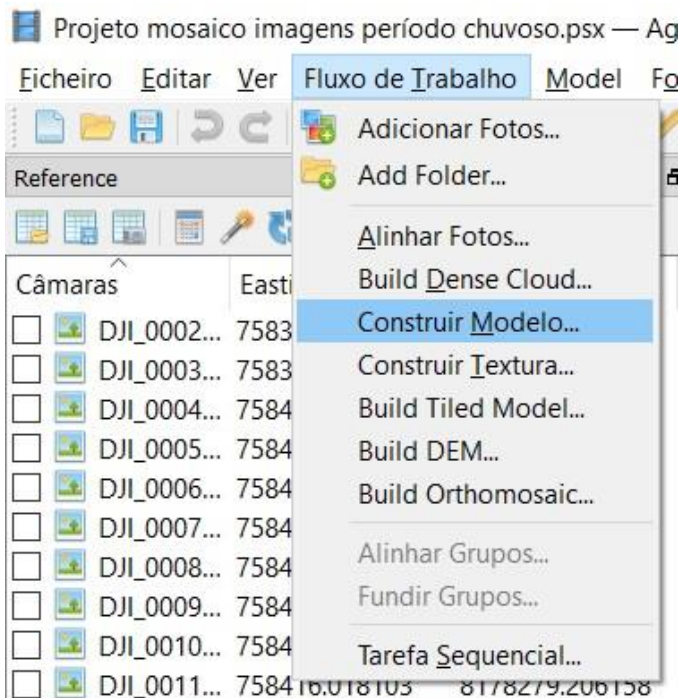


Figura 30. Tela para pré processamento do modelo 3D.

Na sequência vamos texturizar o modelo. Vá em Fluxo de Trabalho > Construir Textura.

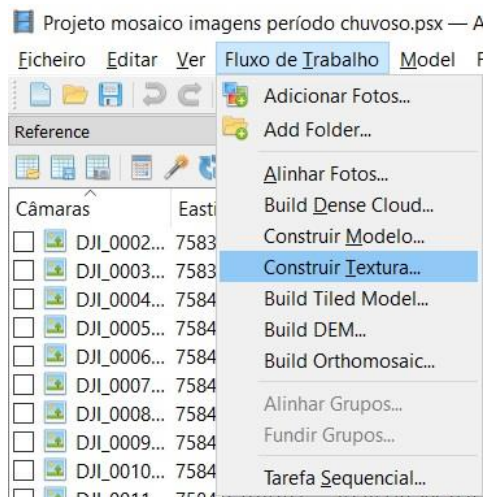


Figura 31. Tela para texturizar o modelo 3D.

Usar os seguintes parâmetros conforme a figura. O valor em “Texture Size” pode ser alterado, quanto menor o valor, melhor será a texturização.

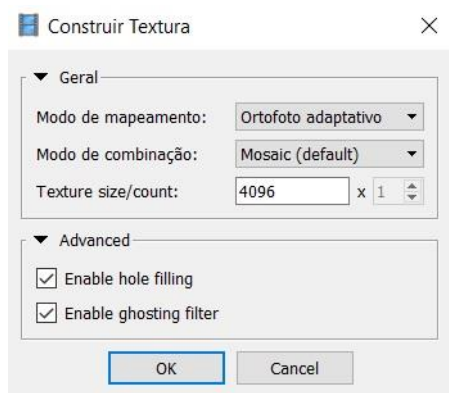


Figura 32. Tela com definições na texturização do modelo 3D.

Caso você queira um modelo 3D da área trabalhada, utilizar a função “Build Tiled Model”. Essa função irá criar um modelo 3D suavizado, ótimo para visualização da área e pode ser útil usá-lo em diferentes projetos.

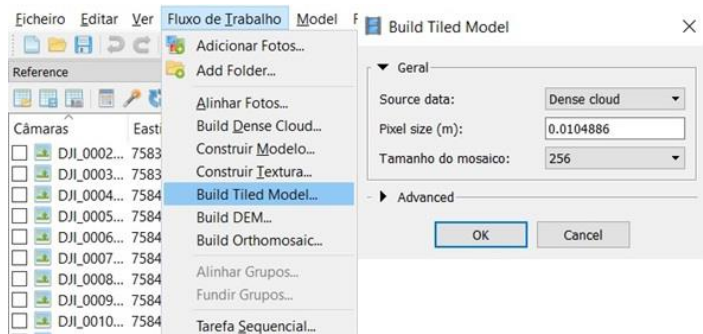


Figura 33. Tela para realizar a produção do modelo 3D.

Vamos agora criar o Modelo Digital de Elevação (MDE). Vá em Fluxo de Trabalho > Build DEM. Salve o projeto.

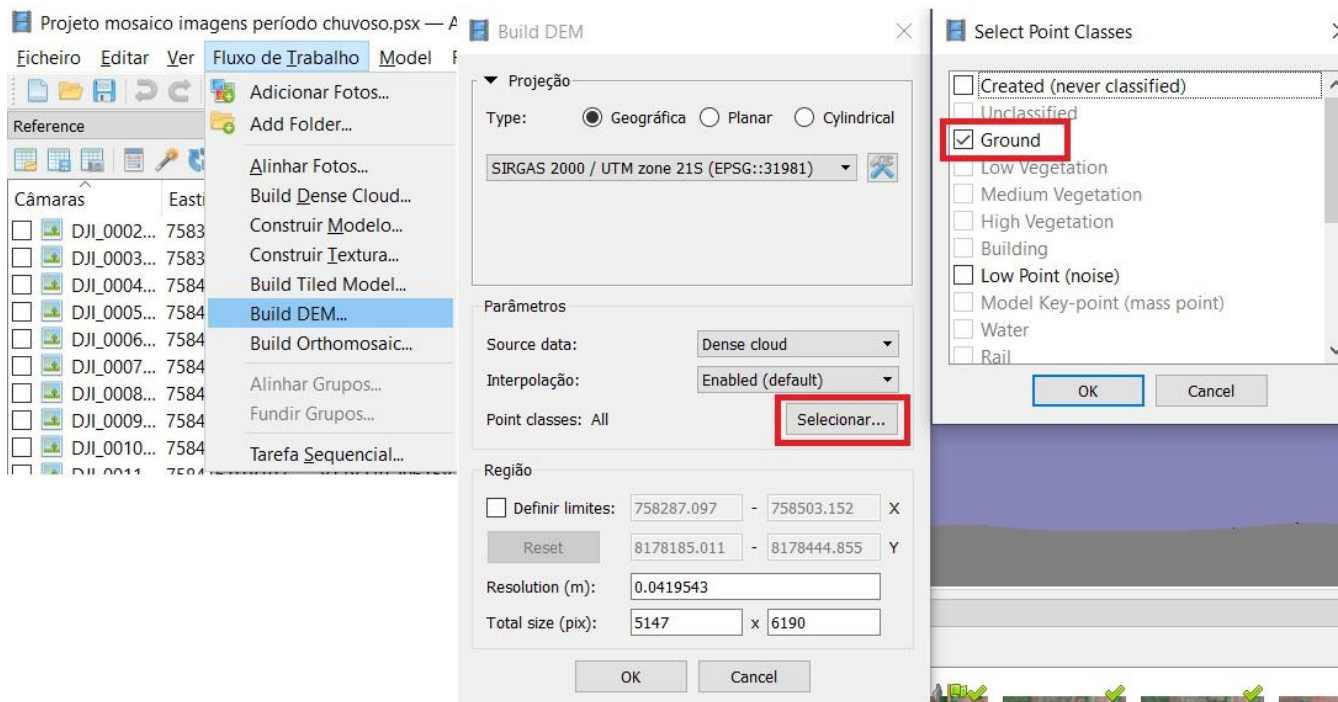


Figura 34. Tela de definições na produção do MDE.

Salve o projeto.

Vamos agora criar o Modelo Digital do Terreno (MDT). Vá em Fluxo de Trabalho > Construir Modelo. Usar as seguintes configurações:

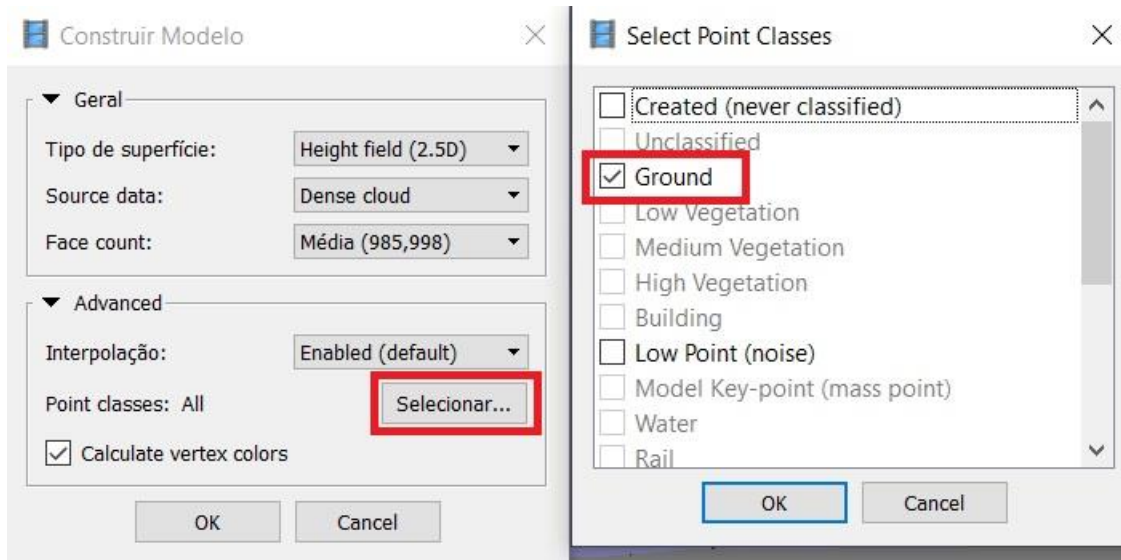


Figura 35. Tela de definições na produção do MDT.

Agora vamos fazer uma suavização para criar as curvas de nível. Vá em Ferramentas > Mesh > Smooth Mesh.

No campo “Strength” usa valores baixos, pois valores altos podem perder informações do terreno.

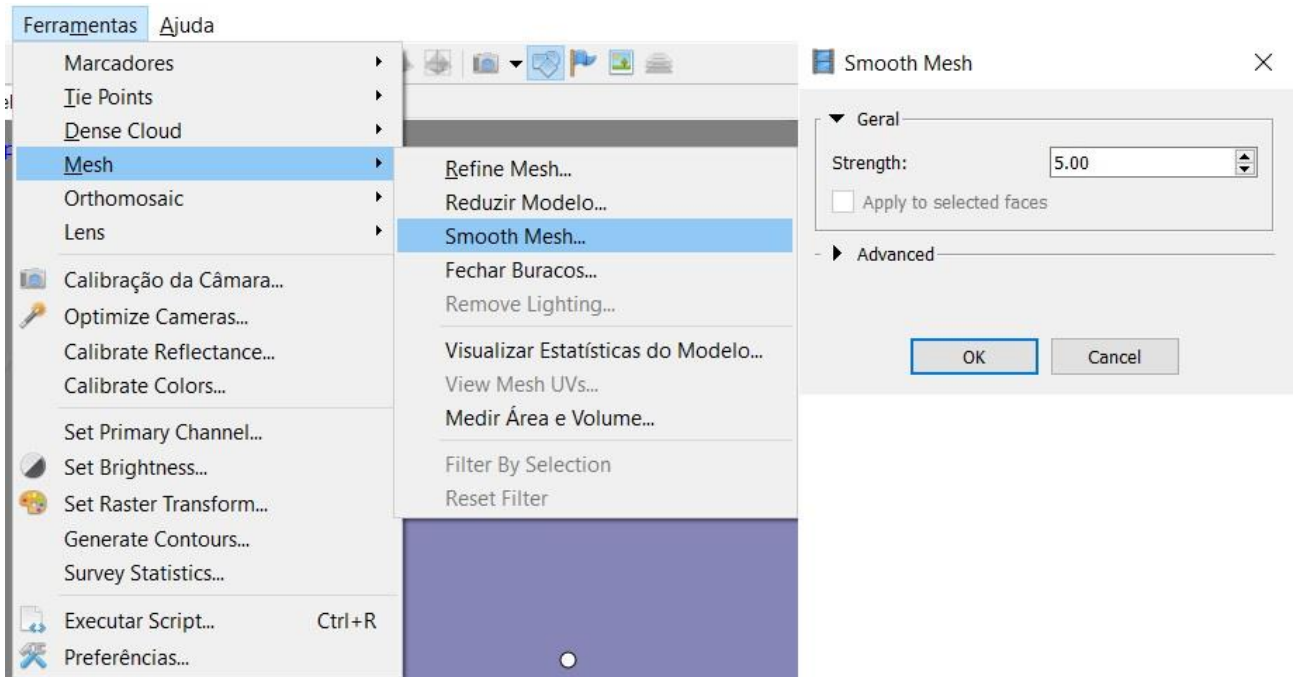


Figura 36. Tela para realizar uma suavização no MDT para criar as curvas de nível.

Criaremos novamente o MDT, agora a partir do produto “Mesh” que geramos. Vá Fluxo de Trabalho > Build MDE. Escolha agora a opção “Mesh” em vez de “Dense Cloud”.

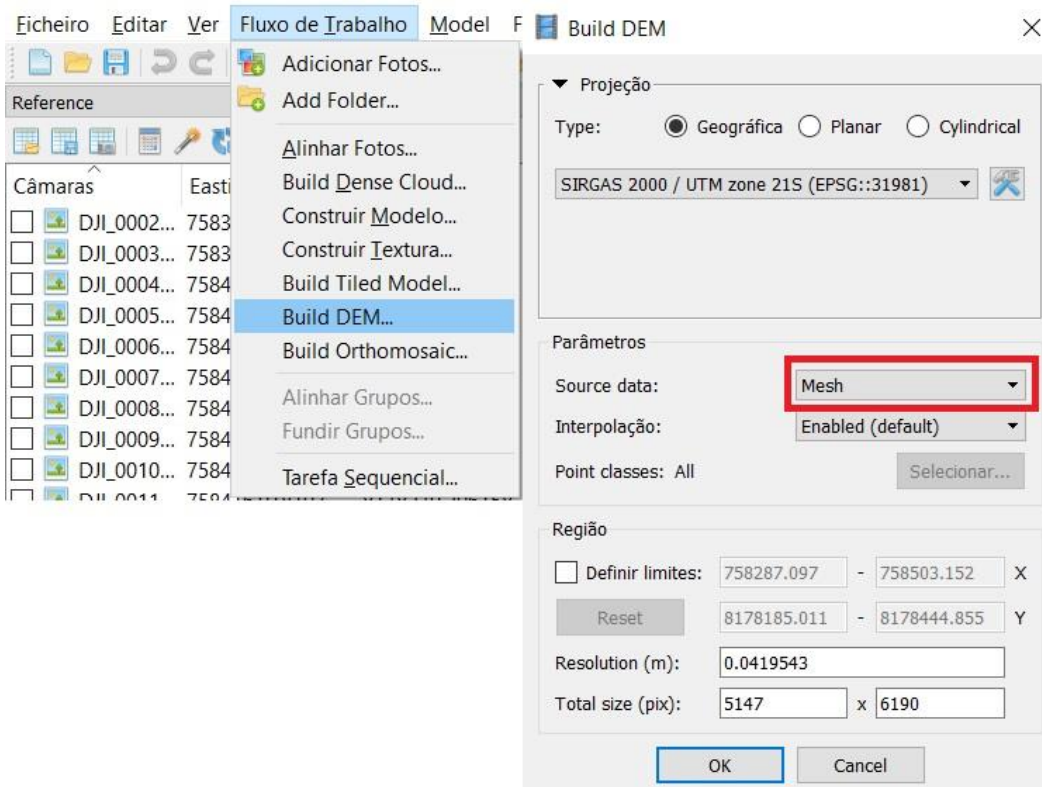


Figura 37. Tela de confecção do MDT a partir do produto “Mesh”.

Gerar as curvas de nível em Ferramentas > *Generate Contours*.

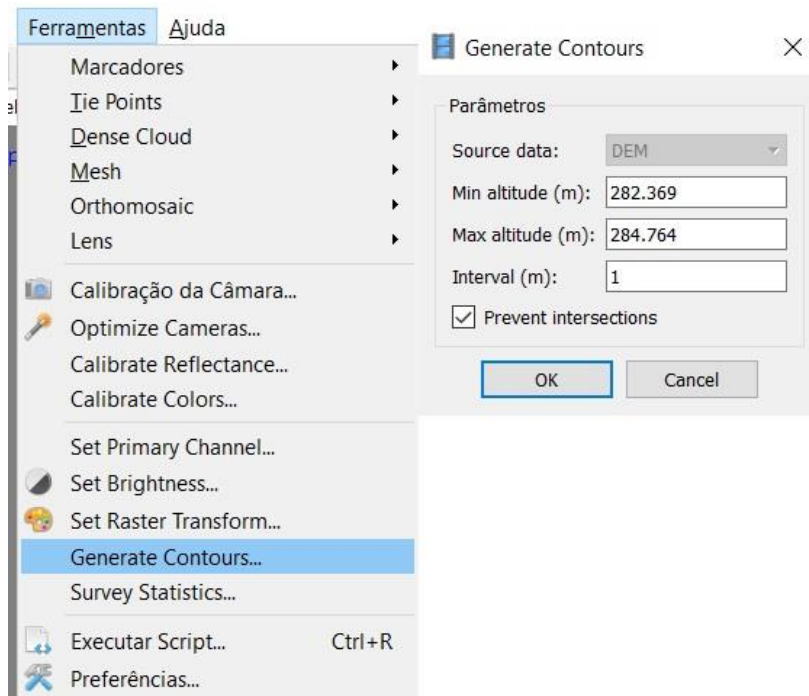


Figura 38. Tela para gerar novamente as curvas de nível a partir do MDT gerado a partir do “Mesh”.

Agora iremos gerar o Ortomosaico (mosaico das fotos). Vá em Fluxo de Trabalho > *Build Orthomosaic*.

Define as configurações conforme a figura abaixo:

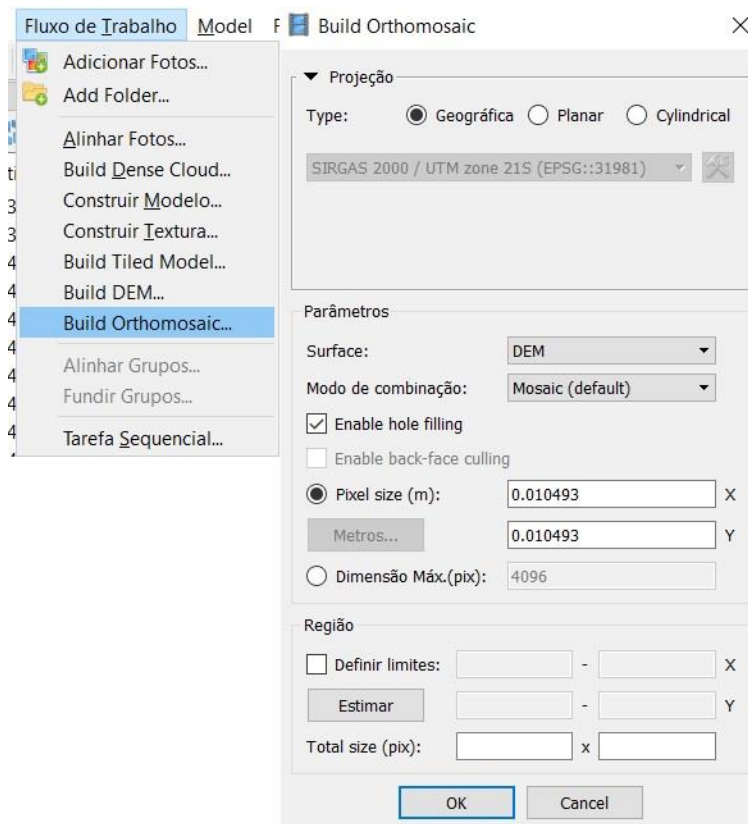


Figura 39. Tela para gerar o ortomosaico de imagens.



Figura 40. Ortomosaico construído a partir das imagens aéreas fotografadas.

Salve o projeto e gere um relatório para visualizar os erros de sobreposição, erros nos eixos x e y, etc. Podemos também realizar índices de vegetação, como exemplo o NGRDI e o NDVI no PhotoScan. Para isso, vá na aba “Projeto” dê dois cliques no Ortomosaico e vá na aba e procure por “Set Raster Transform”. Use a fórmula na aba “Transform” (GREEN-RED/GREEN+RED) para NGRDI, caso você tenha apenas as bandas do RGB. Para realizar o cálculo do NDVI, use a formula $(NIR-RED/NIR+RED)$, e clique em “Ok”. Como não tínhamos a banda NIR (infravermelho próximo), usamos as disponíveis como exemplo (RGB) e realizamos o cálculo do NGRDI. De qualquer forma, você terá que selecionar a banda que se refere a do infravermelho próximo e a que se refere a banda do vermelho e aplicar a fórmula.

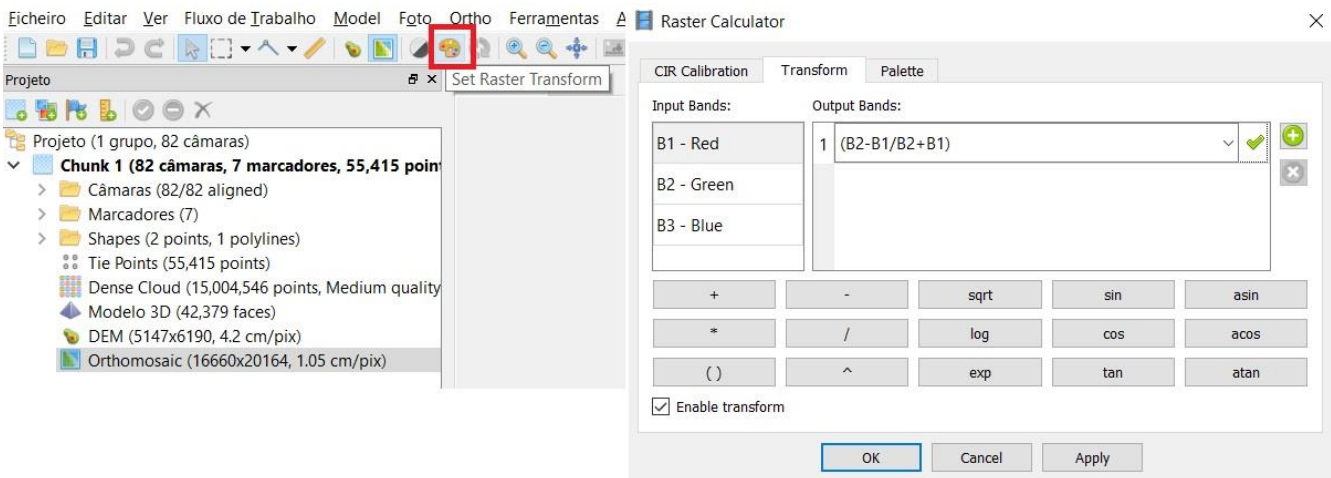


Figura 41. Tela para aplicar o cálculo do índice de vegetação NDVI.



Figura 42. NDVI gerado a partir do ortomosaico de imagens.

Tudo que está acima de 0 é considerado vegetação, abaixo de 0 é solo exposto ou outro alvo que não reflita a luz do espectro vermelho (construção, asfalto etc). Podemos exportar os produtos gerados como o MDT, MDS, ortomosaico, índice de vegetação para usar em outros softwares como por exemplo o QGIS ou Google Earth.

Para exportar em formato geotiff (raster) clique com o botão secundário do mouse em cima do produto que deseja exportar (no nosso caso vamos exportar o ortomosaico), clique em “*Export Orthomosaic*” e escolha em qual formato deseja exportar, nesse caso iremos exportar em geotiff. Escolha o sistema de coordenadas que deseja, e nome do arquivo.

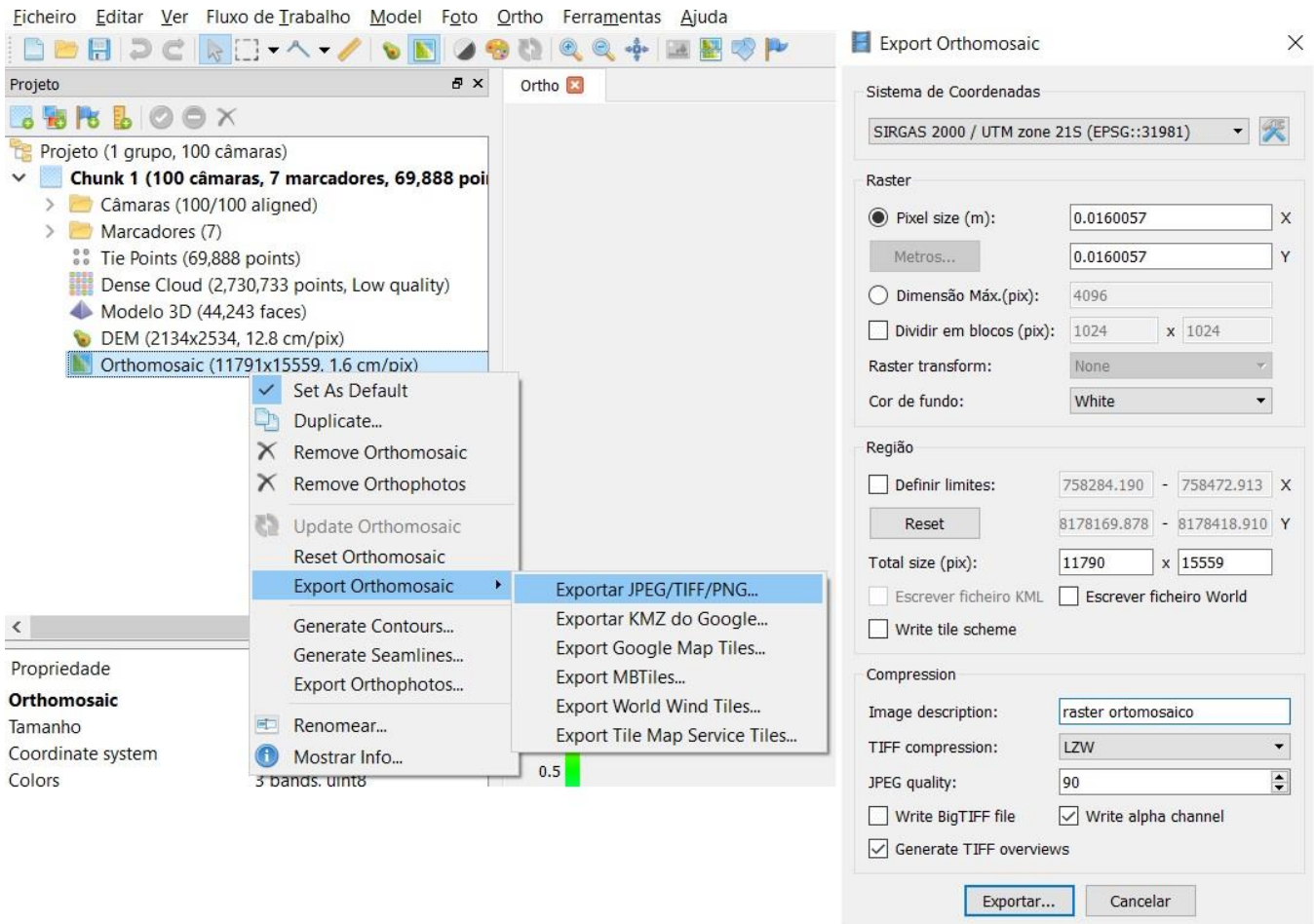


Figura 43. Tela para realizar a exportação do ortomosaico.

Esse mesmo exemplo se aplica para os demais produtos gerados no PhotoScan quando desejar exportar. A partir dessa etapa, é possível importar em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) o ortomosaico e os modelos digitais (de superfície e do terreno), para a realização de outras rotinas de processamento, de acordo com a demanda do projeto envolvido.

Referências

AgiSoft PhotoScan Professional. (Version 1.4.5). (Software). (2017*). Retrieved from <http://www.agisoft.com/downloads/installer/>

R Core Team (2020). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Minuta de Procedimento Operacional Padrão N° 5923405, DE 10 DE setembro DE 2019. 2019, 9p.

McMahon CA. (2019). Remote sensing pipeline for tree segmentation and classification in a mixed softwood and hardwood system. PeerJ 6:e5837 <<https://doi.org/10.7717/peerj.5837>>

Popescu, S. C., & Wynne, R. H. (2004). Seeing the trees in the forest. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 70(5), 589-604

Plowright, A. Roussel (2020) ForestTools: Analyzing Remotely Sensed Forest Data, version 0.2.1, acessado em 02/12/2020 , < <https://cran.r-project.org/web/packages/ForestTools/ForestTools.pdf>>.

ANEXOS

Procedimento para Operação de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP)

Guia Operacional Básico (GOB)

Última atualização: 20/02/2020 - 17:30h

Responsável pela atualização: Normandes Matos da Silva

Instituição: UFR

PRÉ-MISSÃO

Regulamentar os procedimentos e responsabilidades necessários para o acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro por Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP)

Órgãos ligados aos Governos Federal, Estadual ou Municipal	Confere	Observações
ANATEL - Autorização emitida?		
ANAC - Autorização emitida?		
DECEA - Autorização emitida?		
MD - Autorização emitida?		
Comando da Polícia Militar - Autorização emitida?		

PRÉ-SÍTIO

Antecede a saída do piloto do setor ou unidade onde está baseada o ARP (Universidade Federal de Rondonópolis, LABGE)

Checagem das condições do equipamento

Item	Confere	Observações
ARP com sinais de danos no casco ou com fios soltos?		
Checar a presença e as condições das hélices, alguma danificada? Estão bem fixas?		
Checar atualizações de <i>Firmware</i> e <i>Softwares</i>		
Calibrar o rádio controle		
Chegar o aplicativo de piloto se está atualizado		
Desativar a função "Multiple Flight Modes"		
Checar a função automatizada "Return-to-Home"		
Checar a altura mínima de 60 m e máxima de 120 m		
Checar o parâmetro de Critically Low Battery para 10% e Low Battery para 30%		
Calibração: RC, IMU, Bússula/Compass e Gimble		
Ativar e desativar os motores (sem as hélices) para ver se está funcionando		
Checar a carga da bateria da ARP e baterias reservas		
Carregar ou checar a carga de bateria do rádio controle		

Antes de sair para o campo

Item	Confere	Observações
Checar as travas e protetores se estão bem fixas		
Checar presença do cartão de memória na ARP e cartão de memória reserva, caso necessário		
Manual do equipamento		
Avaliação de risco operacional		
Kit ferramentas em caso de manutenção em campo		
Baterias reservas no case, maleta?		
Armazenar a ARP, rádio controle e hélices na maleta ou case		
SAARPS (DECEA)		
Seguro RETA da ARP		
Seguro de casco da ARP		
No Fly Zone (pistas de aeroportos e aeródromos)		
Condições meteorológicas (incluindo tempestade solar - KP-index)		
Locais para pouso de emergência		
Checar a presença do Notebook, sua carga de bateria, softwares de voo, caso necessário usá-lo		
Bateria (Para o rádio controle)		
Correia para o pescoço		
Carregador/ balanceador de baterias		
Inversor de 12v para 110/220v		
Voltímetro		
Cabo USB		
HD externo para backup dos dados		
Celular ou Tablet: bateria e aplicativos		
Defletor de sinal (antena RC)		
Notam (ANAC)		
Mapa/Croqui de área		
Plano de voo detalhado		
Caderneta de campo		
Ferramentas necessárias para possível manutenção em campo		
Item	Confere	Observações
Chaves para montar/desmontar		
Fita isolante/ 3m dupla face		
Hélices reservas balanceadas		
Motores reservas		
Peças reservas (diversas)		
Bateria (Para o rádio controle)		
Alicates		
Mini multímetro (medição de tensão/corrente)		
Paquímetro, balança, ferro para soldar, estanho, sugador de solda		
Lupa		

Trava-rosca		
Conectores e plugs reservas		
Cabos reservas		
Parafusos e porcas reservas		
Adesivos para consertos de emergência		
Resina EPOX		
Meio de transporte dos equipamentos e do grupo de operadores		
Item	Confere	Observações
Veículo para locomoção/ Equipamentos de Manutenção		
Seguro do Veículo		
Preenchimento da planilha de quilometragem e destino		
Chechagem geral do veículo (calibragem dos pneus, combustível, faróis etc)		
Itens e objetos necessários aos operadores		
Item	Confere	Observações
Mochila/Bolsa grande		
Mochila/Bolsa pequena		
Sacos plásticos		
Garrafa térmica com água		
Câmera fotográfica		
Capacete		
Óculos de sol		
Cordas		
GPS de navegação		
Camiseta longa/Colete		
Chapéu/boné		
Bota/Galocha/Tênis		
Protetor solar/Repelente		
Kit Primeiros socorros		
Guarda-sol		
Papel higiênico		
Mesa e cadeiras compactas		
Anemômetro Digital ou biruta simples		
Lanche/ Alimentos leves		
Almoço (marmita) ou dinheiro para a refeição		
Binóculo		
Facão/Canivete		
Tripé(s)		
Bússola		
Relógio de pulso		
Lanterna		
Cal (Marcação de pontos de controle)		

Kit limpeza geral		
Prancheta		
Caneta/Lápis/Apontador		
Etiquetas/Fita adesiva		
Notebook/Tablet (e seus respectivos cabos)		

PRÉ-VOO

Entende-se como o período que antecede a primeira decolagem da ARP na área que levantará voo até a decolagem
Obs: Estes equipamentos de lançamento ou pouso são aplicados apenas a alguns modelos de ARPs.

Item	Confere	Observações
Presença da Catapulta		
Presença do Paraquedas		
Rede, gancho ou colchão de ar		
Plataforma de decolagem e pouso		
Observar se há obstáculos na decolagem/pouso (torres alta tensão, silo, água, aves, animais etc)		
Fontes de interferência eletromagnética		
Sinal de GPS/GNSS		
Presença apenas da equipe de trabalho no local		
RC x ARP: sequência de funcionamento		
Multirroto: frente da ARP sentido contrário ao piloto		
Lentes da câmera sem resíduos		
Multirroto: hélices fixadas corretamente		
Phantom: salvar <i>home point</i>		
Phantom: protetor do gimble		
Phantom: Configurações DJI Go e Aplicativo de voo		
Phantom: altura configurada de pouso x obstáculos		
Phantom: RC no modo "P"		
Phantom: calibração compass		
Phantom e Mavic: calibração sensores anticolisão		
Retirar as travas e protetores		
Montar e checar as hélices se estão bem firmes		
Checar a presença do cartão de memória na ARP		
Posicionar a ARP no ponto de partida (<i>home point</i>)		
Acessar a tela de pilotagem do app ou rádio controle		
Aguardar finalizar a checagem automática e estabelecimento automático do <i>home point</i>		
Energizar a ARP		
Checar o status do sistema no menu se está tudo OK		
Ativar os motores		
Decolar ARP e realizar antes um teste de responsividade ¹		

¹ Consiste em, a uma altura de 2-3 metros, MOVIMENTAR a ARP em todos os eixos e AVERIGUAR se ela está respondendo adequadamente aos comandos.

INTER-VOO

Inter-voo a fase entre voos realizados em um mesmo sítio operacional, tendo seu início quando há a desativação dos motores após o pouso

Item	Confere	Observações
------	---------	-------------

Pousar a ARP		
Desenergizar a ARP (desligá-la)		
Checar visualmente algum dano ou inconformidade na ARP		
Trocar a bateria por outra com carga cheia		
Fazer <i>backup</i> das imagens do cartão de memória e fazer <i>check up</i> se as fotos foram tiradas com sucesso		
Posicionar a ARP no <i>home point</i>		
Ligar a ARP		
Aguardar a checagem automática e o estabelecimento automático do <i>home point</i>		
Checar o status do sistema no menu para ver se está tudo OK		
Ativar os motores		
Decolar a ARP		
Realizar teste de responsividade		

PÓS-VOO

O pós-voo é a fase iniciada após desativação dos motores no último voo realizado em um sítio operacional

Item	Confere	Observações
Desligar a ARP e em seguida o rádio controle		
Remover a bateria		
Checar visualmente algum dano ou inconformidade na ARP		
Desmontar a ARP		
Armazenar a ARP e seus componentes na maleta, case ou mochila		
Checar na área de voo se algum componente do ARP foi deixado para trás		

PROCESSAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO - AGISOFT PHOTOSCAN

PRÉ-PROCESSAMENTO

PROCESSAMENTO

Fase de processamento dos dados inseridos já com as devidas correções realizadas

Ação	Confere	Observações
Inserir máscaras (não cria pontos em áreas de enlace)		
Alinhar fotos		
Apontamento dos pontos de controle (identificar o marcador e colocá-lo no centro do alvo)		
Salvar projeto		
Alinhar fotos novamente após a correção dos pontos de controle		
Salvar projeto		
Editar nuvem de pontos (correção de ruídos)		
Otimização de câmeras		
Salvar projeto		
Criar um relatório de processamento (avaliar o processo de aerotriangulação)		
Construir nuvem densa de pontos		
Após a construção da nuvem densa, se houver algum corpo		

d'água, deverá ser removido para maior precisão na altimetria		
Salvar projeto		
Classificação da nuvem densa de pontos (avaliar o parâmetro de distância máxima que será usado)		
Caso a classificação não tenha ficado boa, deve-se refaze-la (resetar classificação)		
Classificação manual (usar quando alguma área foi classificada como "não terreno", selecionar a área e definir como "terreno")		
Redimensionar região (usar quando a área de interesse for muito menor comparado ao bloco no qual está inserida)		
Construir modelo tridimensional (MDS)		
Salvar projeto		
Texturizar o modelo		
"Build Tiled Model" (Caso queira visualizar a área em 3D)		
Construir modelo digital de elevação (DEM)		
Salvar projeto		
Construir modelo tridimensional (MDT)		
Salvar projeto		
Suavização		
Construir modelo digital de elevação (a partir do MDT)		
Salvar projeto		
Gerar curvas de nível		
Construir ortomosaico de fotos		
Salvar projeto		
<i>Entende-se por pré-processamento a inserção das fotos registradas com a Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP), de pontos de controle e outras informações inseridas antes do processamento propriamente dito</i>		
Ação	Confere	Observações
Salvar o projeto (salvar em "PhotoScan Project (*.psx)")		
Importar as imagens do cartão de memória da ARP		
Calibrar a câmera (Ferramenta Photoscan)		
Importar o log de voo (quando não estiver inserido nas imagens)		
Converter o sistema de coordenadas do log de voo (SIRGAS 2000, UTM 21S)		
Importar pontos de controle (quando houver)		
Salvar o projeto		
Configuração do projeto (ajustes de acurácia)		
Análise das imagens (avaliar a qualidade e excluir imagens com qualidades inferiores a 0.5 desde que não comprometa a sobreposição)		
Corrigir o brilho das imagens (avaliação pessoal)		
Salvar projeto		

PÓS-PROCESSAMENTO

Após o processamento existem funções de edição dos dados gerados e relatórios para checagem de erros

Ação	Confere	Observações
Gerar relatório de processamento		
Cálculo de volumes e de cavas (calcular a partir do MDS)		
Editar ortomosaico (alterar imagens sobrepostas manualmente)		
Gerar NDVI ("(NIR-RED)/(NIR+RED)")		

A avaliação de risco operacional é um documento exigido pela ANAC para todos os pilotos de drone que desejam trabalhar de forma profissional. Ela garante que todas as operações com o drone sejam realizadas de forma segura garantindo assim que todos os riscos no momento da operação da aeronave sejam reduzidos.

Para que seja definido o grau de risco da operação deve ser analisadas duas variáveis que são elas: a probabilidade e a severidade. Estas duas variáveis possuem níveis de probabilidade e a severidade que devem ser analisados juntos formando desta forma uma matriz denominada matriz de risco.

A probabilidade é a frequência que o risco pode acontecer no momento da operação com a ARP e são classificados em cinco níveis:

Probabilidade

- Nível 5 - frequente
- Nível 4 - ocasional
- Nível 3 - remoto
- Nível 2 - improvável
- Nível 1 - muito improvável

O Grau de severidade da operação é a análise feita com o intuito de avaliar os riscos e os impactos a terceiros no momento da operação e voo com equipamento que é dividida em cinco níveis:

Severidade

- Nível A - Catastrófico
- Nível B - Crítico
- Nível C - Significativo
- Nível D - Pequeno
- Nível E - Insignificante

A matriz de risco é formada por linhas de probabilidade e colunas de severidade, gerando como resultado duas combinações de algarismos composto por números e letras. De acordo com a sua posição dentro da matriz as cores que podem indicar a existência de um risco extremo pela cor vermelha, um risco alto pela cor marrom, um risco moderado pela cor azul, um risco baixo indicado pela cor amarelo e um risco muito baixo indicado pela cor verde.

Vermelha	Risco Extremo
Marrom	Risco Alto
Azul	Risco Moderado
Amarelo	Risco Baixo
Verde	Risco Muito Baixo

MATRIZ DE RISCO

			SEVERIDADE				
			A	B	C	D	E
			Catastrófico	Crítico	Significativo	Pequeno	Insignificante
PROBABILIDADE	Frequente	5	5A	5B	5C	5D	5E
	Ocasional	4	4A	4B	4C	4D	4E
	Remoto	3	3A	3B	3C	3D	3E
	Improvável	2	2A	2B	2C	2D	2E
	Muito Improvável	1	1A	1B	1C	1D	1E

AVALIAÇÃO DE RISCO OPERACIONAL

ANALISE

Ação Em Áreas Urbanas - Severidade	Confere	Observações
Perda de Link		
Verificar pessoalmente ou pelo software Google Earth a existência de torres de celular no local do voo		
Verificar pessoalmente ou pelo software Google Earth a existência de linhão de energia no local do voo		
Verificar se existe a possibilidade de durante o voo o drone/ARP ficar atrás de alguma estrutura (prédio, pontes, torres) ou vegetação.		
Verificar se no local do voo a aeronave vai sobrevoar espelho d'água		
Verificar em que frequência e canal que o drone/ARP está configurado para realizar o voo (2,4 GHz, 5 GHz/ CEE ou FCC)		
Verificar a distância máxima horizontal entre o modulo de rádio e o drone/ARP		
Presença de Pessoas não Anuentes	Confere	Observações
Verificar se no local do voo se encontra em uma via que possui um grande fluxo de pessoas transitando		
Verificar se no local do voo se encontra em uma via que possui um grande fluxo de carros transitando		
Verificar se o drone/ARP irá sobrevoar áreas de condomínio ou habitações		
Verificar se no local do voo irá acontecer algum tipo de evento (shows, jogos, feiras, desfiles, passeatas)		
Trafego Aéreo	Confere	Observações
Verificar se o drone/ARP está configurado para uma altitude de voo permitida		
Verificar se o voo com drone/ARP não se encontra próximo a áreas de pouso e decolagem (no fly zone)		

Identificar as áreas de no fly zone no site do SAARPS/DECEA		
Pedir autorização de voo com drone/ARP no sistema SAARPS/DECEA		
Ação Em Áreas Urbanas - Probabilidade	Confere	Observações
Perda de Link		
É provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente		
É provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente tem ocorrido com pouca frequência		
É improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;		
É bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido		
É quase impossível que o evento ocorra		
Presença de Pessoas não Anuentes	Confere	Observações
É provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente		
É provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente tem ocorrido com pouca frequência		
É improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;		
É bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido		
É quase impossível que o evento ocorra		
Trafego Aéreo	Confere	Observações
É provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente		
É provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente tem ocorrido com pouca frequência		
É improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;		
É bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido		
É quase impossível que o evento ocorra		
Ação Em Áreas Rurais - Severidade	Confere	Observações
Perda de Link		
Verificar pessoalmente ou pelo software Google Earth a		

existência de torres de celular no local do voo		
Verificar pessoalmente ou pelo software Google Earth a existência de linhão de energia no local do voo		
Verificar se existe a possibilidade de durante o voo o drone/ARP ficar atrás de alguma estrutura (galpões, pontes, torres) ou vegetação.		
Verificar se no local do voo a aeronave vai sobrevoar espelho d'água		
Verificar em que frequência e canal que o drone/ARP está configurado para realizar o voo (2,4 GHz, 5 GHz/ CEE ou FCC)		
Verificar a distância máxima horizontal entre o modulo de rádio e o drone/ARP		
Presença de Pessoas não Anuentes	Confere	Observações
Verificar se no local do voo se encontra em uma via que possui um grande fluxo de carros transitando		
Verificar se o drone/ARP irá sobrevoar áreas de condomínio ou habitações		
Verificar se no local do voo irá acontecer algum tipo de evento (shows, feiras agropecuárias, feira de produtos agrícolas)		
Trafego Aéreo	Confere	Observações
Verificar se o drone/ARP está configurado para uma altitude de voo permitida		
Verificar se o voo com drone/ARP não se encontra próximo a áreas de pouso e decolagem (no fly zone)		
Identificar nas áreas rurais onde será realizado voo possui a incidência de aeronaves agrícolas		
Pedir autorização de voo com drone/ARP no sistema SAARPS/DECEA		
Pedir autorização de voo com drone/ARP na sede da propriedade comunicando o local, (talhão) onde será realizado o voo		
Comunicar via sistema de radio da propriedade aos pilotos de aeronaves agrícola que existe a presença de um drone/ARP no ar e indicar o local e horário do voo		
Ação Em Áreas Rurais - Probabilidade	Confere	Observações
Perda de Link		
É provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente		
É provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente tem ocorrido com pouca frequência		
É improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;		
É bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido		
É quase impossível que o evento ocorra		
Presença de Pessoas não Anuentes	Confere	Observações
É provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente		
É provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente		

tem ocorrido com pouca frequência		
É improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;		
É bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido		
É quase impossível que o evento ocorra		
Trafergo Aéreo	Confere	Observações
É provável que ocorra muitas vezes, ou historicamente tem ocorrido frequentemente		
É provável que ocorra algumas vezes, ou historicamente tem ocorrido com pouca frequência		
É improvável, mas é possível que venha a ocorrer, ou ocorre raramente;		
É bastante improvável que ocorra e não se tem notícia de que tenha alguma vez ocorrido		
É quase impossível que o evento ocorra		

Observações: _____

Fonte: Sindicato Rural de Mato Grosso (Unidade Rondonópolis), com adaptações da UFMT (Laboratório de Geomática/ICAT/CUR)



UNIEDUSUL
EDITORIA

