

ELABORAÇÃO DE MAPAS DE ÁREAS DE PRODUÇÃO COM USO DE RPA (AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA)



<https://doi.org/10.22533/at.ed.411142514013>

Data de submissão: 15/01/2025

Data de aceite: 22/01/2025

Luila Barbosa da Silva

Instituto Federal do Tocantins - IFTO,
Campus Dianópolis
Dianópolis – Tocantins
<http://lattes.cnpq.br/6345058268813117>

Otacílio Silveira Junior

Instituto Federal do Tocantins - IFTO,
Campus Dianópolis
Dianópolis – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-0784-5335>

José Alberto Ferreira Cardoso

Instituto Federal do Tocantins - IFTO,
Campus Dianópolis
Dianópolis – Tocantins
<https://orcid.org/0000-0002-7343-4614>

Ananias Barreiros dos Santos Junior

Instituto Federal do Tocantins - IFTO,
Campus Dianópolis
Dianópolis – Tocantins
<https://orcid.org/0009-0005-9085-1590>

Ítalo Cordeiro Silva Lima

Instituto Federal Goiano - IFGoiano,
Campus Campos Belos
Campos Belos – Goiás
<https://orcid.org/0000-0001-6326-7974>

RESUMO: Com a implantação da Agricultura de Precisão, a busca por tecnologias que facilitem a tomada de decisões seguras e assertivas, aliada a uma relação custo-benefício satisfatória, tornou os RPAs uma ferramenta amplamente utilizada na coleta de dados. Atividades que anteriormente exigiam presença física podem agora ser facilmente realizadas de forma remota, incluindo o monitoramento do desenvolvimento das culturas, detecção de pragas, pulverizações, detecção de focos de incêndio, acompanhamento do comportamento do rebanho, contagem de animais e monitoramento de pastagens, entre outras aplicações. Este trabalho tem como objetivo promover o aprimoramento dos profissionais das ciências agrárias nos processos de utilização e manipulação de dados fotogramétricos, utilizando softwares especializados para obtenção de mapas detalhados de áreas de produção.

PALAVRAS-CHAVES: Imagens Aéreas. Sensoriamento Remoto. Mapeamento agrícola.

DEVELOPMENT OF PRODUCTION AREA MAPS USING RPAS (REMOTELY PILOTED AIRCRAFT)

ABSTRACT: With the implementation of Precision Agriculture, the search for technologies that enable secure and accurate decision-making, combined with a satisfactory cost-benefit ratio, has made RPAs (Remotely Piloted Aircrafts) a widely used tool for data collection. Tasks that previously required physical presence can now be efficiently performed remotely, including crop development monitoring, pest detection, spraying, identification of fire outbreaks, livestock behavior tracking, animal counting, and pasture monitoring, among other applications. This study aims to enhance the expertise of professionals in agricultural sciences in the processes of utilizing and manipulating photogrammetric data through specialized software, enabling the creation of detailed maps of production areas.

KEYWORD: Aerial Images. Remote sensing. Agricultural mapping.

INTRODUÇÃO

As aeronaves não tripuladas são conhecidas por diversas terminologias, como drone, VANT (Veículos Aéreos Não Tripulados), aeromodelo e RPAs, sendo sua aplicação determinada principalmente pelo propósito de uso e amparo técnico disponível. Neste contexto, o presente trabalho, serão explorados os processos de utilização e manipulação de dados fotogramétricos, utilizando softwares especializados para obtenção de mapas detalhados de áreas de produção.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

O presente trabalho, relacionado à caracterização dos procedimentos de utilização e manipulação de dados fotogramétricos, foi realizado em uma área de pastagem pertencente ao Instituto Federal do Tocantins – *Campus Dianópolis*, durante o mês de janeiro de 2021 (Figura 01). A área estudada está situada nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 11° 38'16" S e longitude 46°45'53 W. Até o ano de 2018, a área era cultivada com Capim Napier (*Pennisetum purpureum*). Em 2018, foi realizado o plantio do sorgo boliviano (*Sorghum bicolor*), e em dezembro de 2019, introduziu-se o capim Mombaça (*Panicum maximum*)

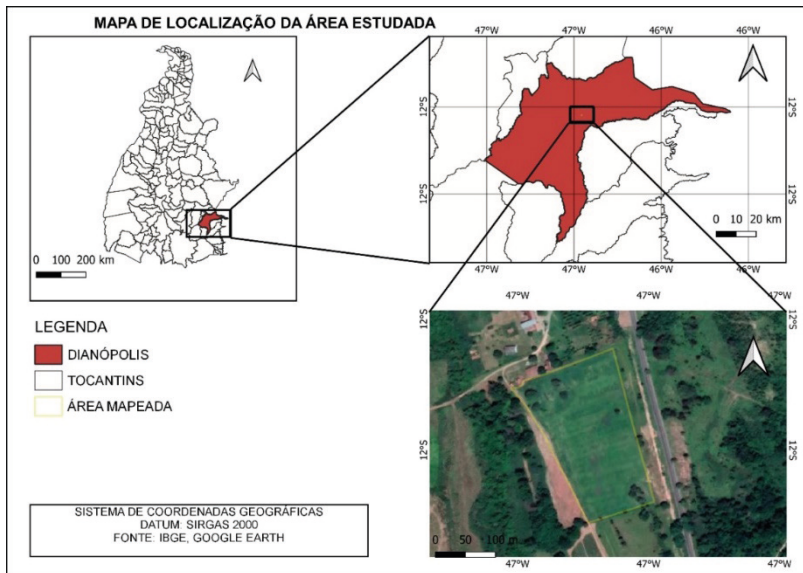


Figura 01. Mapa de localização da área experimental.

Descrição da RPA utilizada

O modelo de RPA utilizado neste trabalho foi o *Phantom 3 Advanced*, da marca DJI™ (Figura 02). As características dessa aeronave enquadram-se na Categoria 3, conforme a classificação baseada no Peso Máximo de Decolagem (PMD), segundo o RBAC-E nº 94 (ANAC, 2017a).



Figura 02. Aeronave utilizada no trabalho.

Fonte: Autor próprio (2021)

Entre as especificações técnicas, o aparelho possui peso de 1.280g, velocidade máxima de movimentação de 16 m/s (54,6 km/h), câmera com resolução de fotos de 12,4 megapixels, dimensões máximas da imagem de 4000 x 3000 pixels, e suporte a formatos de arquivos JPEG e DNG. A autonomia de voo é de aproximadamente 23 minutos, e o sistema de posicionamento por satélite é integrado aos padrões GPS/GLONASS (DJI, 2015).

Descrição do plano de voo

O plano de voo foi elaborado utilizando o software DroneDeploy, com altura de voo de 60 m, recobrimento lateral de 70% e longitudinal de 75%. A rota de voo, conforme ilustrado na Figura 03, foi definida com base nesses parâmetros (Tabela 01). Durante a operação, foram capturadas 122 imagens. A Figura 6 apresenta o número de imagens sobrepostas de acordo com o plano de voo executado, sendo as cores indicam a quantidade de fotografias sobrepostas em cada posição.

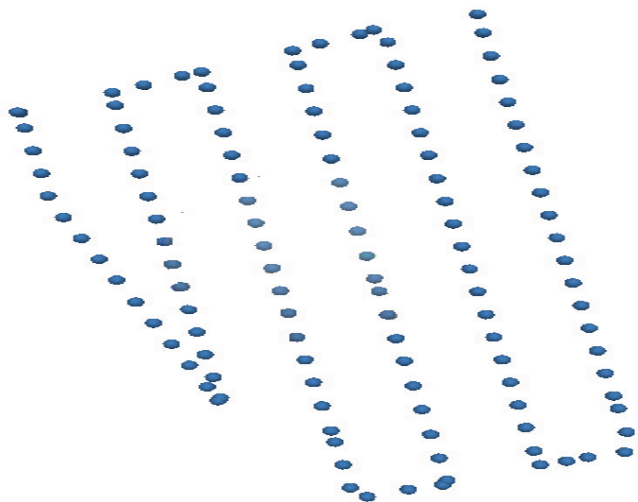


Figura 03. Rota de voo realizada em uma área de pastagem do IFTO- Campus Dianópolis.

Fonte: Autor próprio (2021)

Características do voo	Parâmetros atribuídos
Altura do voo em relação à base	60 m
Velocidade de voo	7m\s
Tempo de voo	08min54s
Área de cobertura da foto no solo	3,8 há
Número de fotos	122
Sobreposição lateral	75%
Sobreposição longitudinal	75%
Distância da amostra do solo	2,60 cm/ pixel

Tabela 1. Características do voo executado em área de pastagem do IFTO- Campus Dianópolis.

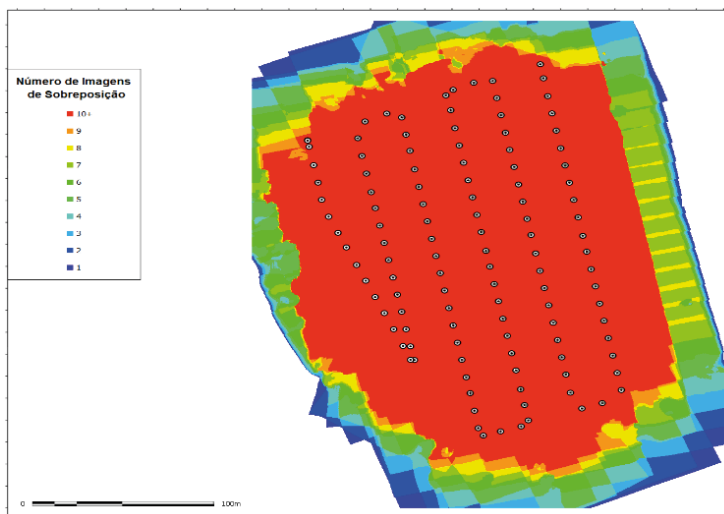


Figura 04. Número de imagens sobrepostas de acordo com o plano de voo executado.

Fonte: Autor próprio (2021)

Processamento das imagens

O processamento das imagens foi realizado em software de fotogrametria específico, utilizando o Agisoft PhotoScan na versão teste com licença de 30 dias. Os produtos gerados por esse processamento incluíram: Nuvem de Pontos, Modelo Digital de Superfície, Modelo Digital de Terreno, Ortomosaico e Curvas de Nível. Após o processamento inicial, os produtos foram submetidos a pós-processados no software QGIS, versão 2.16.7, para a obtenção de informações quantitativas e qualitativas da área mapeada.

Ferramentas para elaboração de mapas agrícolas.

As etapas do processo de mapeamento com RPA consistem, basicamente, no planejamento do voo utilizando ferramentas específicas, na execução do voo com captura de imagens e, por fim, no processamento dessas imagens. A etapa final pode ser realizada de duas formas: em nuvem, onde as imagens são enviadas para uma plataforma online que realiza o processamento e entrega os resultados; ou localmente, por meio de softwares específicos de fotogrametria, o que geralmente demanda mais tempo e requer um computador com maior capacidade de processamento (GUBERT e REIPS, 2019).

O processamento das imagens aéreas possibilita a geração de produtos como Modelos Digitais de Elevação, Curvas de Nível, Ortomosaicos e Índices de Vegetação, entre outros. Esses produtos, ao serem analisados e interpretados, possuem grande importância para auxiliar o produtor na tomada de decisões.

O primeiro passo para iniciar o mapeamento de uma área é o levantamento dos dados. No caso do uso de imagens aéreas obtidas com RPA, o processo inicia com a elaboração do plano de voo para a área que deseja mapear. Esse planejamento pode ser realizado por meio do software Drone Deploy, seguindo os passos descritos a seguir.

Inicialmente, é necessário acessar o site DroneDeploy e criar uma conta, caso o usuário ainda não possua. Após a criação da conta, realiza-se o login para acessar a plataforma e criar o plano do voo, clicando no ícone ***Projeto**, conforme ilustrado na Figura 05.

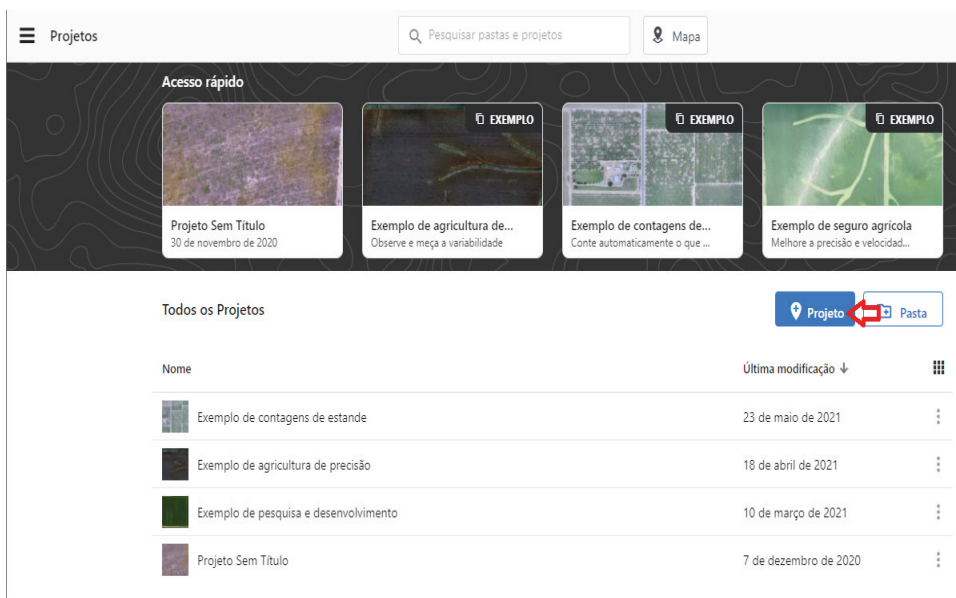


Figura 05. Passo 1 para elaboração do Plano de Voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Em seguida, será exibida na tela a imagem de satélite em modo global, onde será necessário identificar manualmente a localização da área de interesse, pesquisar por nome, CEP e coordenadas. Outra opção é a adição de um complemento do DroneDeploy que permita a inserção de arquivos shapefile da área. Após identificar a área, clique no ícone **“Crie um projeto aqui”** (Figura 06), o que abrirá uma tela para criação do projeto.

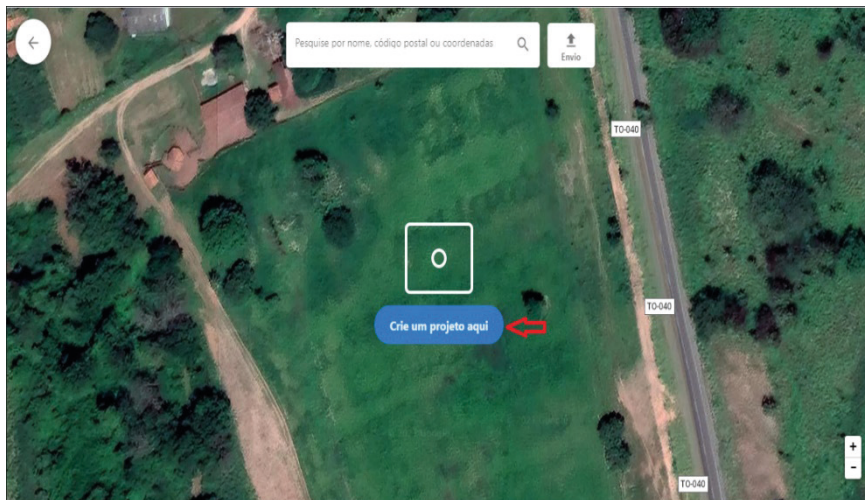


Figura 06. Passo 3 para realização do Plano de Voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na tela direcionada pelo passo 2, é necessário primeiramente atribuir um nome ao projeto e, em seguida, clicar em **“Prosseguir”**. Depois, selecione o ícone **“Mapas e Modelos”**, conforme ilustrado na Figura 07.

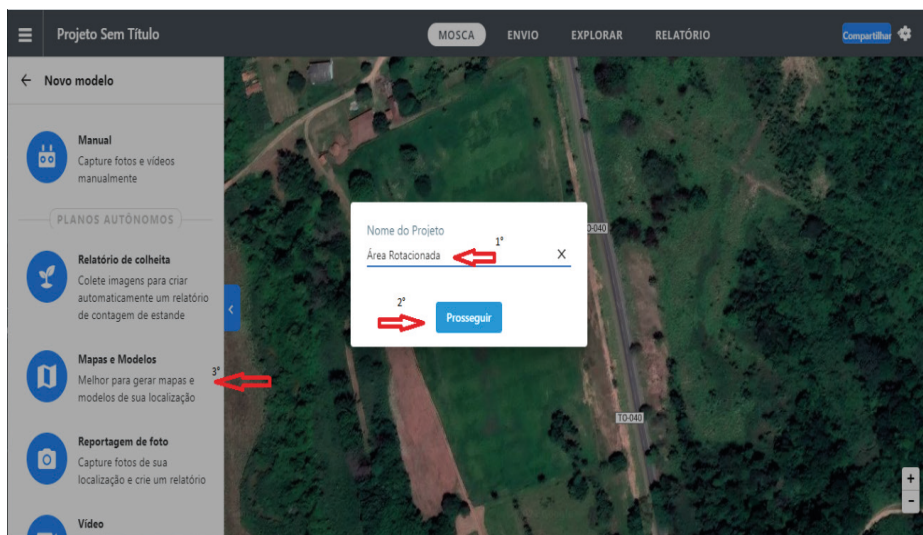


Figura 07. Passo 3 para realização do Plano de Voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Ao clicar no ícone indicado pela seta 3 (Figura 07), será aberta uma nova tela, onde será preciso delimitar a área que será sobrevoada, arrastando a grade de voo para ajustá-la à área desejada, como demonstrada na Figura 08.

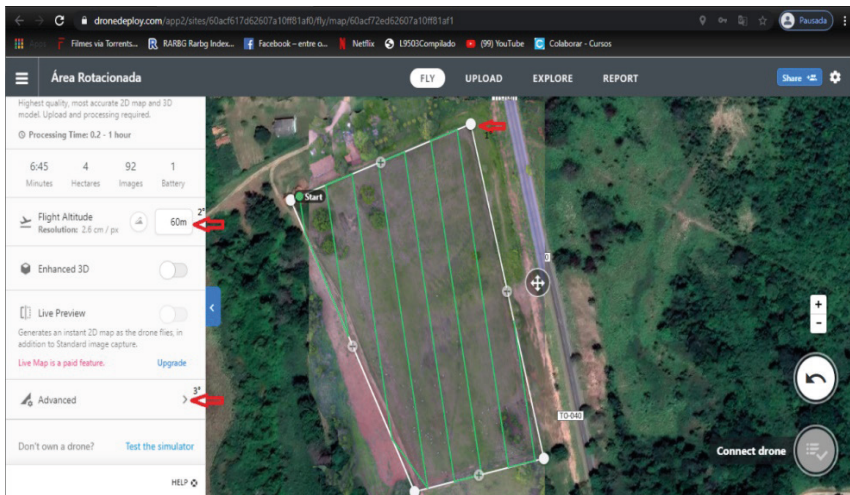


Figura 08. Passo 4 para realização do Plano de Voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na sequência, define-se a altitude de voo, atentando-se aos limites estabelecidos pela legislação vigente e aos objetivos do mapeamento. Após selecionar a altitude, clique no ícone “**Advanced**”, que abrirá as configurações avançadas.

Nas configurações avançadas, desmarque a opção “**Automatic Settings**” para permitir ajustes manuais. Configure a sobreposição longitudinal e lateral, sendo os valores recomendados entre 70% e 75% para garantir melhor recobrimento. Além disso, pode-se alterar o ângulo de direção do voo para otimizar o percurso, evitando, por exemplo, que o equipamento voe contra a vento, o que poderia aumentar o consumo de bateria, além de ajustar a velocidade de voo, conforme ilustrado na Figura 09.



Figura 09. Passo 5 para realização do Plano de Voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Com os ajustes das configurações avançadas, conclui-se a elaboração do plano de voo. Os passos seguintes serão realizados em dispositivos móveis (smartphones ou tablets) utilizando o aplicativo DroneDeploy para a execução do plano de voo elaborado.

Para prosseguir, é necessário acessar o aplicativo DroneDeploy e realizar o login na conta onde o plano de voo foi criado. Caso o dispositivo não esteja logado, será preciso conexão com a internet para baixar as configurações pré-cadastrados. Com a conta logada, ao abrir o aplicativo, a primeira tela exibirá os projetos cadastrados e, desta forma, deve-se selecionar o projeto que contém o plano de voo a ser executado, conforme ilustrado na Figura 10.

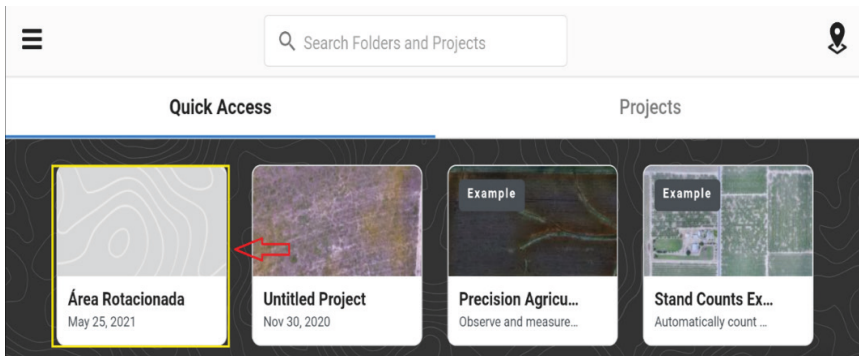


Figura 10. Passo 6 para realização do Plano de Voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após selecionar o projeto, uma nova tela será aberta, exibindo os detalhes do plano de voo cadastrado. Nessa etapa, é possível verificar se as configurações estão corretas e realizar ajustes, se necessário. Para minimizar essa tela e visualizar a rota do voo na área, basta clicar no ícone indicado na Figura 11.

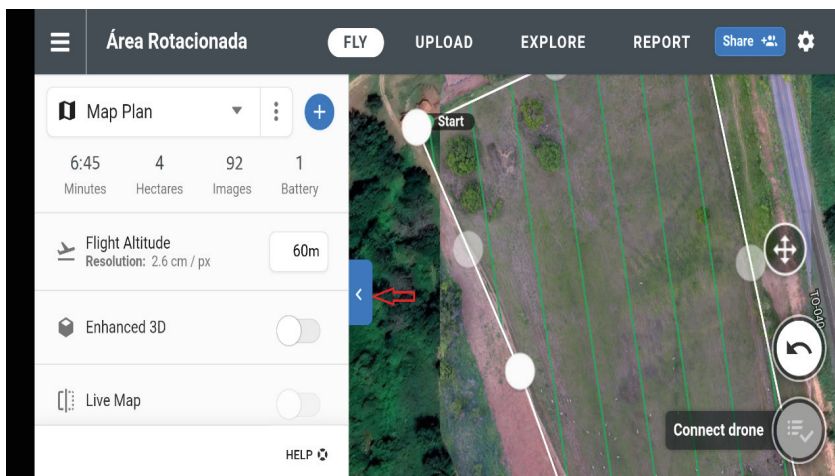


Figura 11. Passo 7 para realização do plano de voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

A conexão do dispositivo móvel ao controle remoto da aeronave deve ser feita por meio de um cabo USB, e a conexão será confirmada pelo aplicativo assim que o RPA estiver devidamente conectado. A Figura 12 ilustra o celular devidamente montado e conectado ao aparelho.

Antes de iniciar o voo, o RPA deve ser posicionado em um local adequado, livre de interferências magnéticas ou físicas que possam impedir a decolagem e aterrissagem. A aeronave seguirá automaticamente a rota de voo planejada.



Figura 12. Equipamento devidamente montado para execução do voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a conectar, uma tela com o checklist das configurações será exibida. Todas as variáveis listadas devem aparecer em verde, acompanhadas de um sinal de “**correto**”, indicando que tudo está configurado adequadamente e o plano de voo está pronto para execução, como ilustrado na Figura 13.

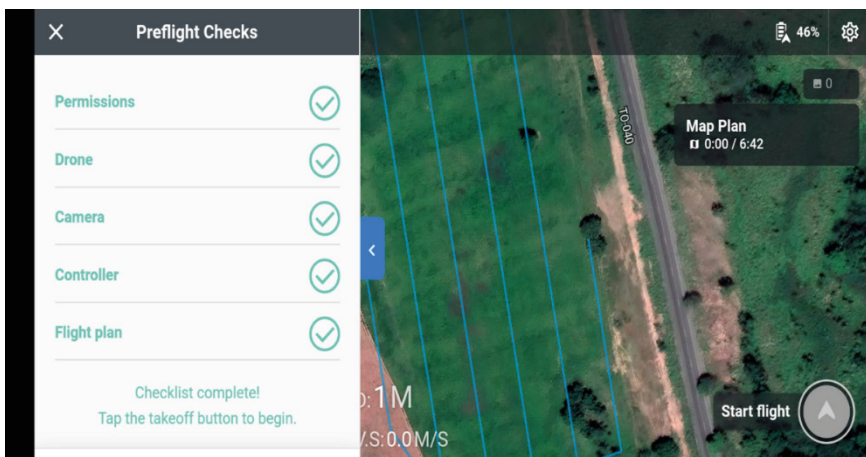


Figura 13. Passo 8 para realização do plano de voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Com o checklist completo, a opção para iniciar o voo será habilitada, indicada pela cor verde. Após a verificação de todos os ajustes, o voo pode ser iniciado clicando no ícone “**Start flight / Começar o voo**”, e então o plano de voo será executado (Figura 14).



Figura 14. Passo 10 para realização do plano de voo.

Fonte: Autor próprio (2021)

Caso a carga da bateria não seja suficiente para concluir o voo, a aeronave estimará a quantidade de energia necessária para realizar o retorno e pouso de segurança, retornando automaticamente ao local de início do voo. Nesse caso, será possível trocar a bateria, e o aplicativo apresentará a opção de retomar o voo. A aeronave retornará ao local onde o voo foi interrompido, continuando a captura de fotografias sem interrupções no mapeamento.

Após o término do voo, o aplicativo fornecerá informações como o número de fotografias capturadas e duração do voo. Vale destacar que esses valores podem diferir dos estimados no plano inicial devido a interferências ambientais, como a velocidade do vento, que pode influenciar a operação.

De posse das imagens capturadas, deve-se fazer o *upload* para o computador que será utilizado no processamento. No entanto, antes de se iniciar o processamento, é fundamental revisar as fotografias para identificar e excluir imagens borradas ou sem definição, a fim de evitar comprometimentos na qualidade dos mapas gerados no pós-processamento.

Processando as imagens no software Agisoft PhotoScan

Com as imagens devidamente capturadas, o próximo passo consiste no processamento por meio de um software de fotogrametria específico, cujos procedimentos são descritos a seguir.

No presente trabalho, utilizaremos a interface do software **Agisoft PhotoScan** aberta, clique na aba **“Fluxo de Trabalho”**, onde estão localizadas as tarefas necessárias para o processamento. A primeira etapa consiste em adicionar as fotos, clicando no ícone **“Adicionar fotos”**, conforme ilustrado na Figura 15.

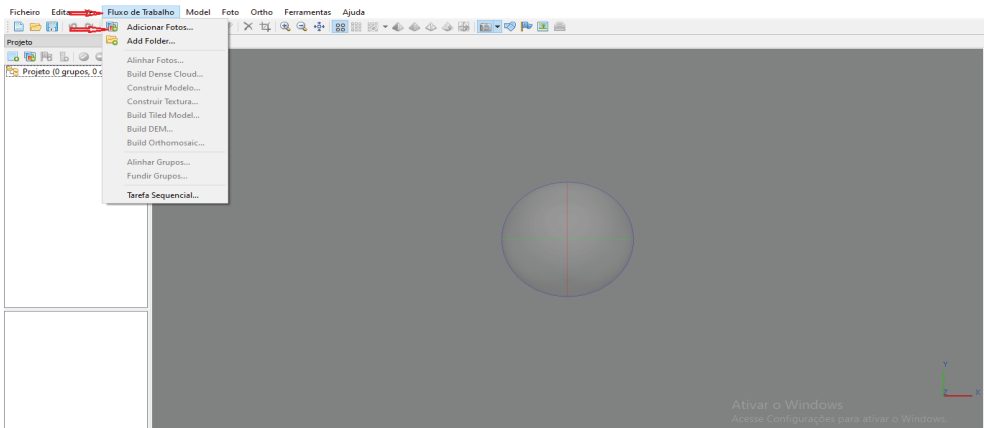


Figura 15. Passo para o processamento das imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Em seguida, será aberta a área de arquivos, onde é preciso localizar a pasta onde as fotos estão armazenadas, e selecionar todas as imagens utilizando as teclas **Ctrl +A** e clique em **“Abrir”**, como mostrado na Figura 16.

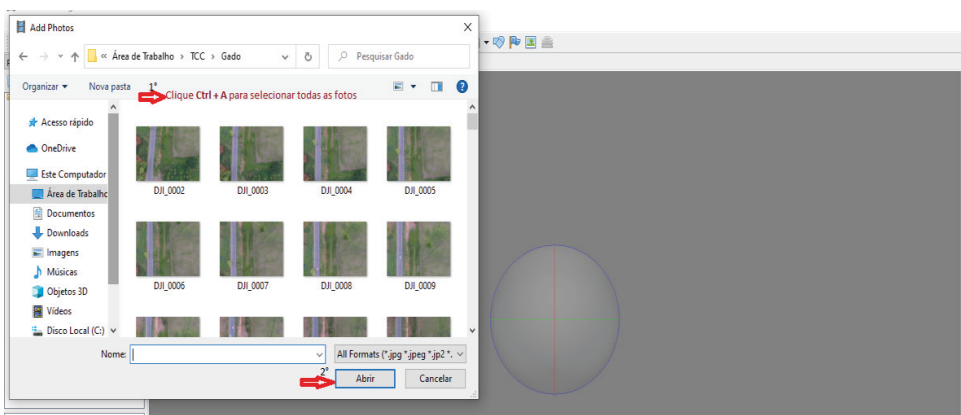


Figura 16. Passo 2 para o processamento das imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a inserção das imagens, recomenda-se verificar a qualidade delas para identificar possíveis problemas de foco. Recomenda-se que imagens com qualidade inferior a 0,5 devem ser desativadas ou excluídas. Para avaliar a qualidade das imagens, clique no menu “**Ver**” e, em seguida, em “**Fotos**”. Caso as imagens não sejam exibidas em detalhes, clique no ícone “**Change view**”/Mudar vista, e depois em “**Details**”/Detalhes.

O próximo passo é clicar com o botão direito em uma das imagens e selecionar a opção “**Estimate Image Quality**”/ Estimar a qualidade da imagem. Na janela que será aberta, marque a opção “**All câmeras**”/ Todas as fotos e clique em “**Ok**”. A qualidade das imagens será exibida na aba “**Qualidade**” na caixa de visualização das fotos (Figura 17, seta 5). Imagens que não atendem ao padrão de qualidade pode ser desativada ou removida utilizando os itens indicados pela seta 6.

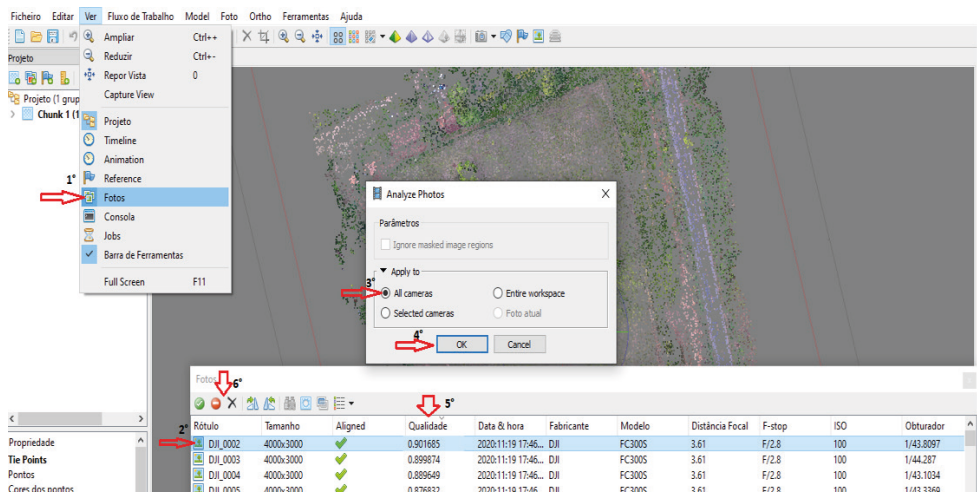


Figura 17. Passo 3 para o processamento das imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a adição e verificação das fotos, o software permite visualizar o posicionamento geográfico de cada imagem de acordo com o plano de voo inicial (Figura 18). Caso falhas ou pontos sem registro sejam detectados, podem ter ocorrido erros na execução do plano de voo. Se nenhuma falha for identificada, o próximo passo é acessar a aba “**Fluxo de Trabalho**”, e clicar na opção “**Alinhar fotos**”, como indicado na Figura 18.

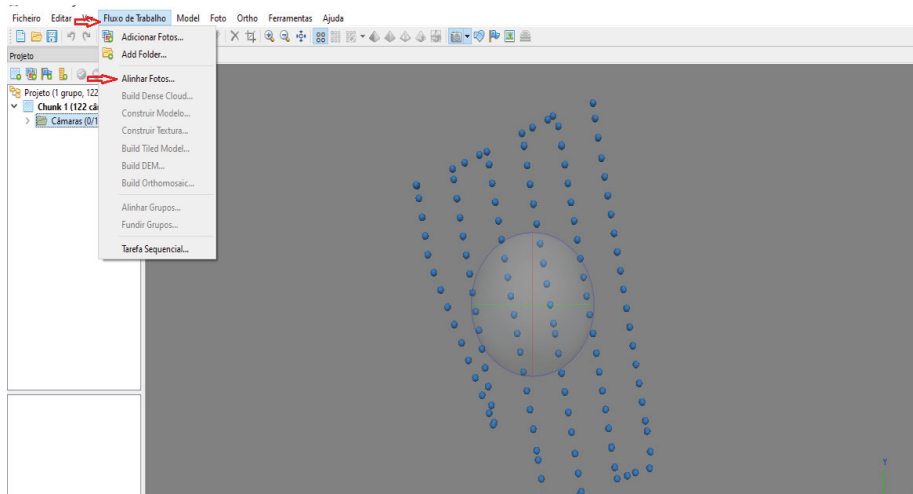


Figura 18. Passo 4 para o processamento das imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Ao clicar na seção para alinhar as fotos, uma pequena tela será aberta para selecionar o nível de precisão no alinhamento, que pode variar de muito baixa a elevada. A escolha do nível de precisão dependerá do objetivo do trabalho, neste caso, optou-se pela precisão **média** (Figura 19), considerando que serão geradas curvas de nível dentro no processamento e, uma precisão elevada poderia comprometer a definição dessas curvas.

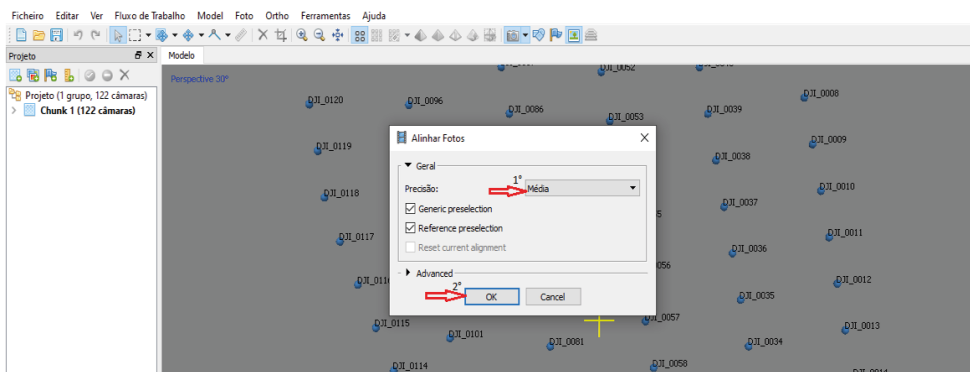


Figura 19. Passo 5 para o processamento das imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Além disso, vale ressaltar que, quanto maior a precisão selecionada, maior será o tempo de processamento, o qual dependerá diretamente do desempenho operacional do computador, podendo levar várias horas para ser concluído. Após definir a precisão, clique em “OK” para iniciar o alinhamento das fotos.

O processo de alinhamento busca ajustar as imagens com base nas coordenadas longitude, latitude e altura, identificando pontos comuns nas fotografias e informações de calibração da câmera. Essa etapa é fundamental para transformação dos dados e para construção da malha e do modelo 3D.

Após o alinhamento das fotos, o próximo passo é construir a **nuvem densa de pontos**. No menu “Fluxo de trabalho” clique no ícone “Build Dense Cloud”/Construir Nuvem Densa, como ilustrado na Figura 20.

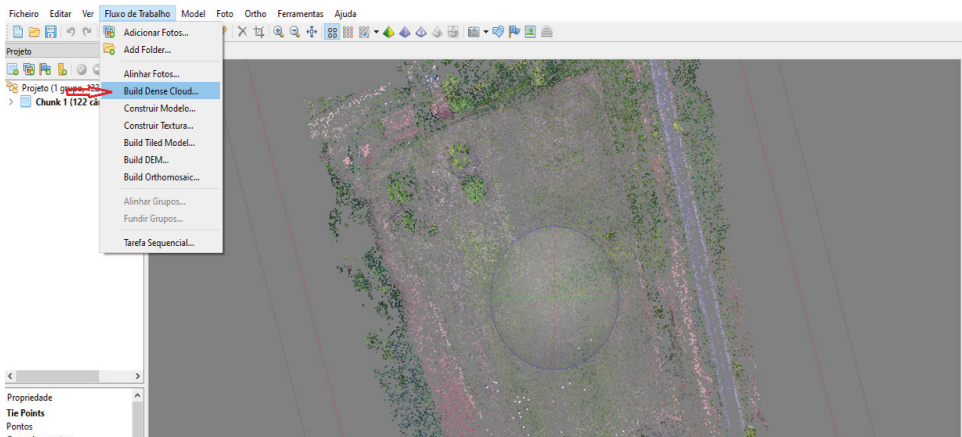


Figura 20. Passo 5 para o processamento das imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Ao clicar no ícone, uma nova tela será aberta para definir as configurações de qualidade. Neste caso, optou-se por qualidade **média**. Em seguida, acesse a seção “**Advanced**” e configure a filtragem de profundidade (**Depth filtering**) para o modo **agressivo**. Após realizar essas configurações, clique em “**Ok**” e aguardar o término do processamento. A Figura 21 apresenta os passos desse procedimento.

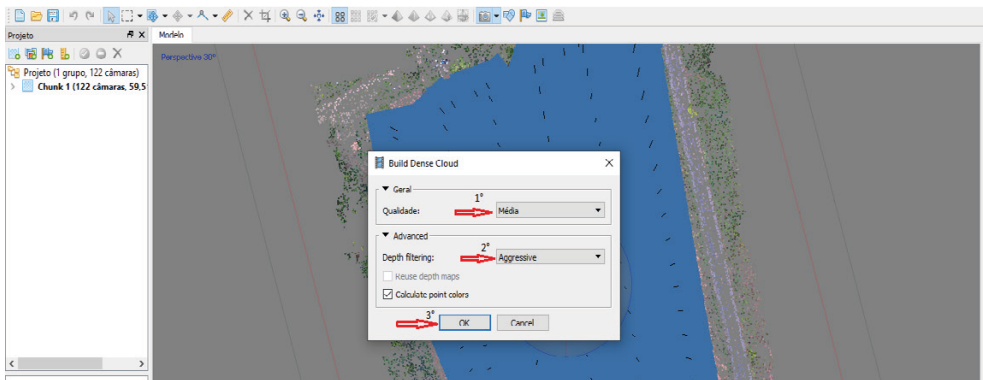


Figura 21. Passo 6 para o processamento das imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

A partir de então, começam a ser gerados os principais produtos resultantes do processamento de imagens aéreas. O passo a passo será dividido de acordo com o modo de processamento de cada item.

MDE – MODELO DIGITAL DE ELEVÇÃO

Os Modelos Digitais de Elevação (MDE) estão entre os primeiros produtos gerados no processamento de imagens e têm como finalidade o levantamento topográfico de uma área. Esses modelos são divididos em dois tipos:

1. Modelo Digital de Superfície (MDS): É a representação altimétrica de todas as feições da área, considerando todos os objetos que recobrem a superfície do terreno (vegetação, edificações, entre outros). Esse modelo permite obter o tamanho real dos objetos, sendo aplicado, por exemplo, no cálculo de volume de pilhas ou objetos.

2. Modelo Digital de Terreno (MDT): É gerado normalmente a partir da filtragem do MDS, removendo os objetos localizados acima do terreno. É amplamente utilizado em estudos de relevo, declividade e na geração de curvas de nível (HORUS, 2018).

No presente trabalho, o MDE gerado corresponde aos MDS, ou seja, considera todos os elementos sobre o solo. Para gerar o modelo, vá até o menu “**Fluxo de trabalho**” e clique na seção “**Build DEM**”/Construir MDE (Figura 22). Isso abrirá uma nova tela de configurações.

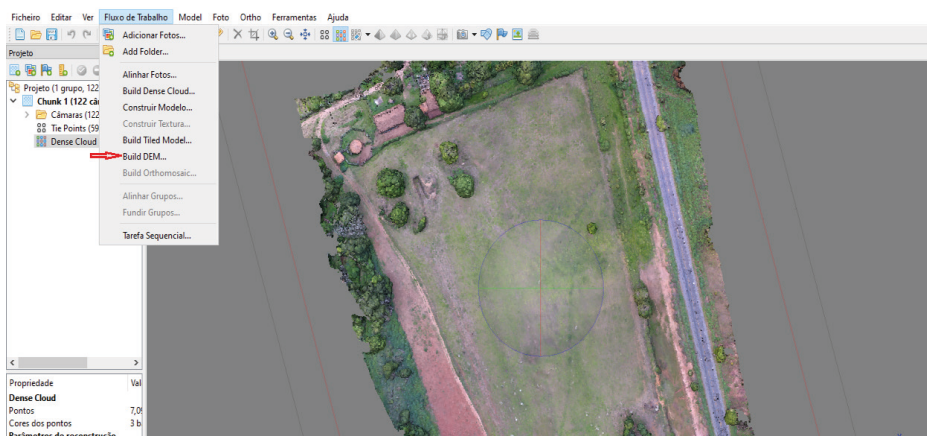


Figura 22. Passo 9 para o crescimento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na tela de configurações, deve-se configurar inicialmente o **DATUM** escolhido. Neste trabalho, usou-se o **SIRGAS 2000**, por ser o sistema geodésico padrão para o Brasil, com o sistema de coordenadas geográficas (**Código EPSG 4674**). O próximo passo é selecionar a camada de dados sobre qual o modelo será gerado, optando pela **Nuvem Densa/Dense Cloud**, conforme ilustrado na Figura 23. Em seguida, clique em “**Ok**” para iniciar o processo.

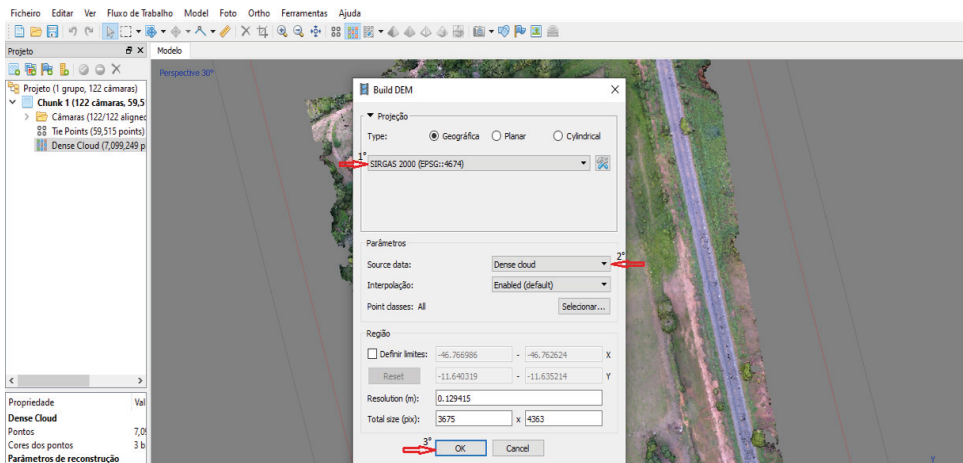


Figura 23. Passo 10 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a finalização do processo de construção do modelo, obtém-se o mapa de **Modelo Digital de Superfície** (Figura 24). Observa-se que a maior parte da área apresenta altitude em torno de 583 m, representando o ponto mais baixo do terreno, conforme indicado na Figura 24 pela coloração azul. Em relação aos pontos de maior altitude, estes estão em torno de 596 m e são respresentados pela cor verde.

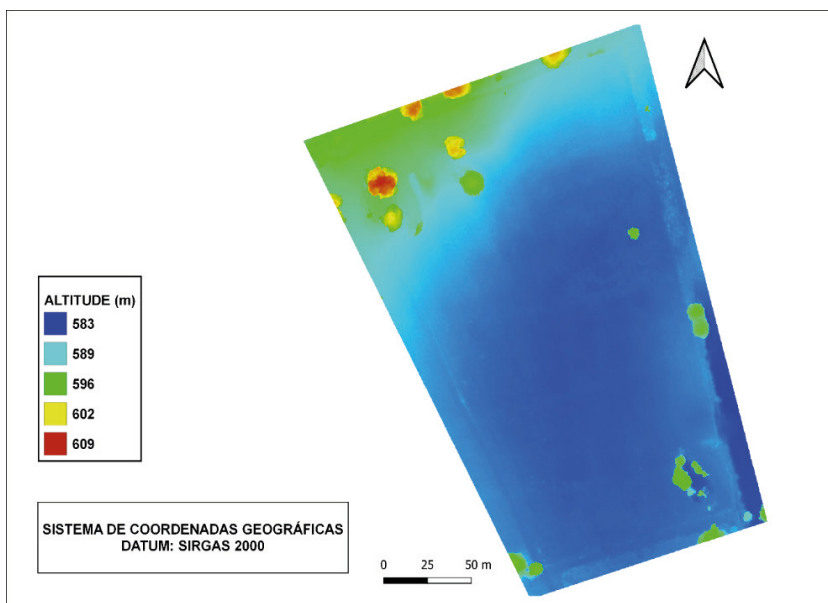


Figura 24. Mapa de Modelo Digital de Superfície da área experimental.

Fonte: Autor próprio (2021)

Nota-se uma diferença de altitude de 13 m entre o ponto mais alto e o mais baixo. Essa variação altimétrica justifica a necessidade de realizar trabalhos de curvas de nível no terreno, visando minimizar problemas de erosão e perdas de solo nas camadas mais baixas do terreno.

ORTOMOSAICO

Um ortomosaico é a união de várias ortofotos em uma única imagem. Para compreender este conceito, é necessário entender o que são as ortofotos que compõem o mosaico. Uma ortofoto é uma imagem aérea de uma determinada área com suas distorções e posições corrigidas, em que os objetos representados correspondem às suas localizações geográficas no plano real. Assim, o ortomosaico é basicamente um mapa que representa as imagens dos objetos em suas posições ortográficas verdadeiras, permitindo medições precisas de áreas e checagem dos pontos com precisão (MAPPA, 2019).

Após a construção do MDE, é possível iniciar a construção do Ortomosaico. Para isso, na aba **“Fluxo de trabalho”**, clique na opção **“Build Orthomosaic”/Construir Ortomosaico** e aguarde a abertura da tela de configurações do modelo para realizar os ajustes necessários (Figura 25).

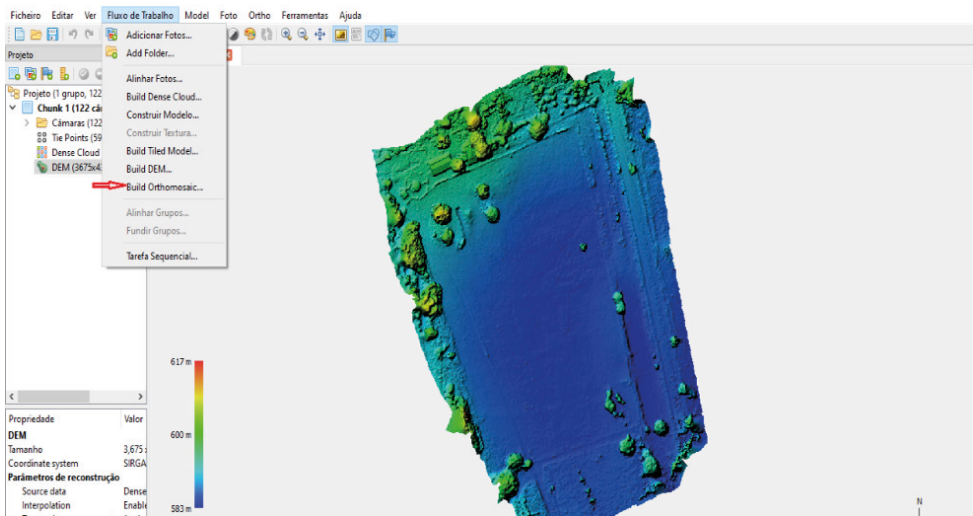


Figura 25. Passo 11 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Nas configurações, é necessário escolher sobre qual camada de dados o ortomosaico será construindo. No item **“Surface”**, seleciona-se **“DEM”/MDE** como superfície de entrada para a construção do ortomosaico, conforme indicado na Figura 26.

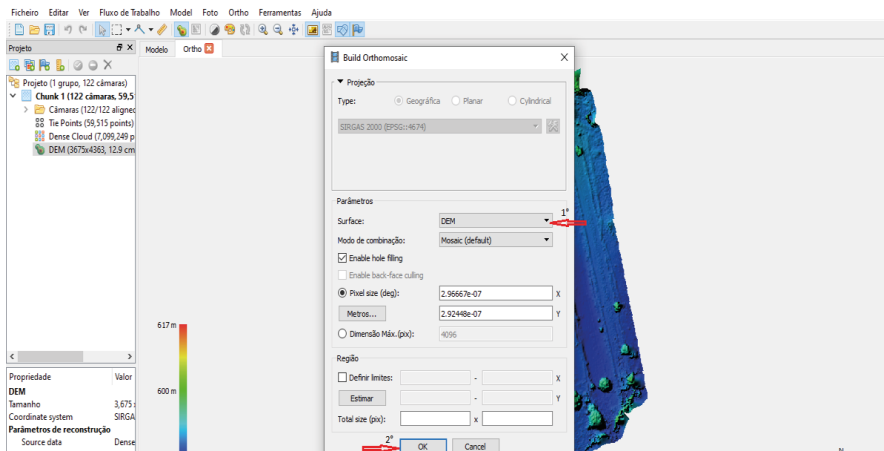


Figura 26. Passo para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Conforme observado na Figura 27, que respresenta o Ortomosaico da área, é possível identificar, mesmo sem a aplicação de índice de vegetação, regiões com falhas de vegetação e solo exposto no perímetro de interesse (3,80 ha). Além disso, também são visíveis com nitidez a presença de árvores e animais pastando na área. Essa qualidade de observação deve-se à elevada resolução das imagens e ao processamento eficiente, principalmente relacionado à altura de voo (60 m), que resultou em um **GSD** (Distância da Amostra do Solo) de 2.60 cm/pixel, proporcionando um alto nível de detalhamento na imagem.

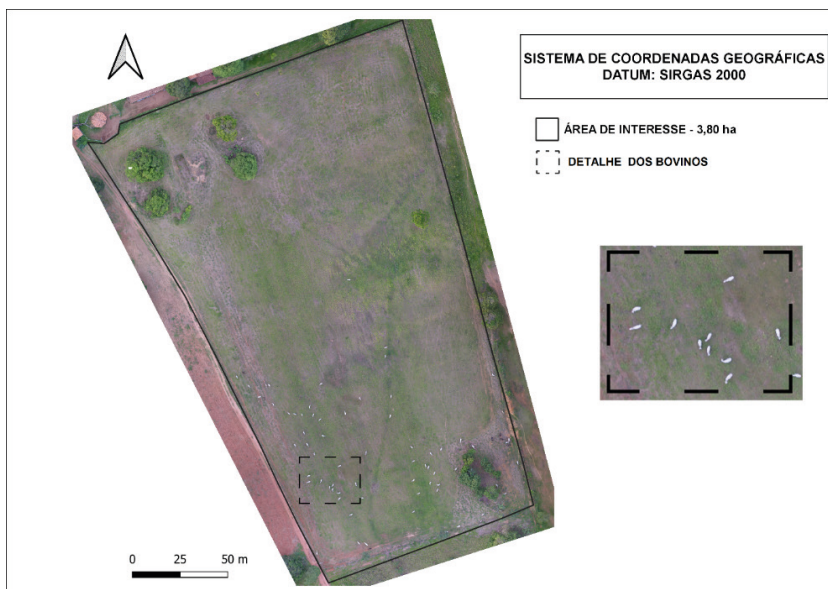


Figura 27. Ortomosaico da área experimental.

Fonte: Autor próprio (2021)

CURVAS DE NÍVEL

As curvas de nível são linhas ilusórias que conectam pontos com o mesmo valor altimétrico, geradas a partir de um **Modelo Digital de Terreno (MDT)**. Cada curva representa uma linha em que todos os pontos possuem a mesma altitude. A combinação dessas curvas resulta em um mapa contendo contornos e cotas das áreas estudadas (HORUS, 2017).

A elaboração de curvas de nível requer uma execução cuidadosa das etapas para garantir a qualidade do produto final. A primeira etapa consiste em remover os objetos acima do solo. Assim, após o alinhamento das fotos, deve-se gerar uma **Nuvem Densa** de baixa qualidade, o que contribui para que as curvas de nível fiquem mais espaçadas. Como indicado na Figura 28, que deve-se selecionar a qualidade da imagem como “**Baixa**”, configurar o filtro de profundidade como “**Agressivo**” e clicar em “**Ok**” para prosseguir com o processamento.

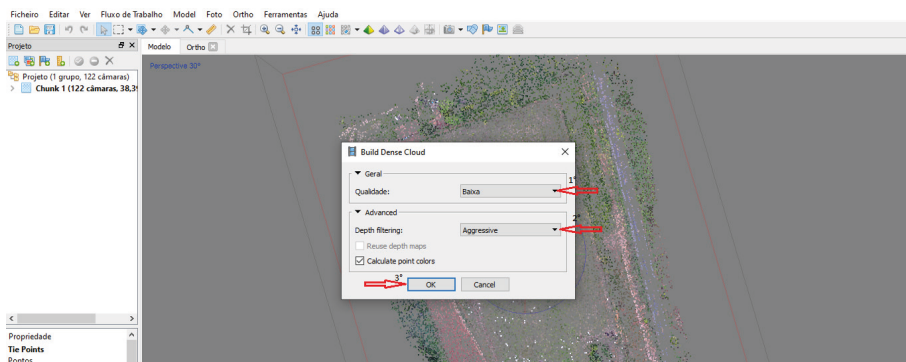


Figura 28. Passo 13 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a geração da Nuvem Densa, o próximo passo é classificá-la para remover objetos acima do terreno. No menu principal, clique em “**Ferramentas**”, conforme ilustrado na figura 29.

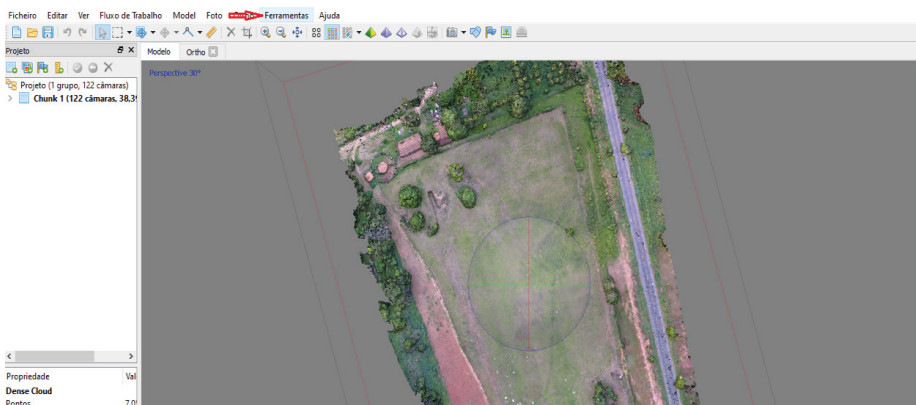


Figura 29. Passo 14 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Ao acessar este menu, uma pequena tela será aberta. Arraste o cursor sobre o item correspondente à **Nuvem densa**, o que abrirá outra pequena tela. Nela, selecione a opção **“Classify Ground Points”** (Figura 30) para realizar a classificação e retirar os pontos que não pertencem ao terreno.

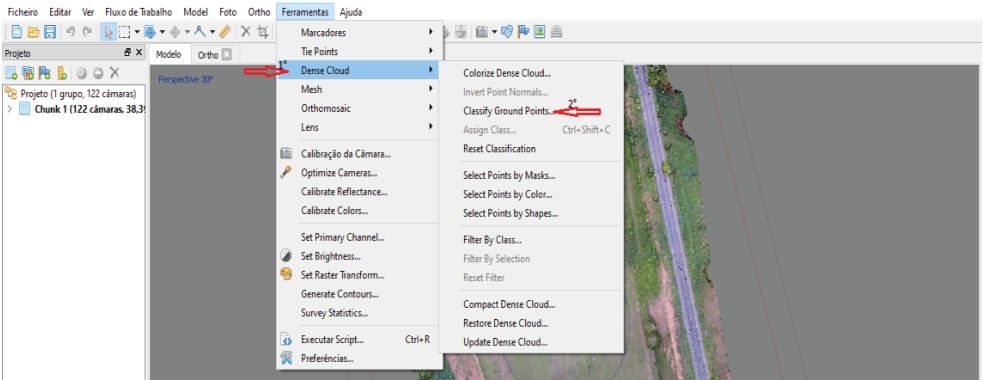


Figura 30. Passo 15 para o processamento de imagens aéreas.
Fonte: Autor próprio (2021)

Ao clicar no item indicado, uma outra tela se abre, onde será necessário classificar os pontos do terreno. Primeiramente, deve-se especificar a inclinação máxima para que o software exclua os objetos que estejam nessa faixa de inclinação sobre o terreno. Essa configuração é ajustado arrastando o indicador de inclinação até o valor desejado. Em seguida, define-se a distância máxima que o software deve analisar para verificar a diferença de inclinação e, posteriormente, definir a distância máxima entre os objetos que não pertencem ao terreno. Esses passos são apresentados de forma sequencial (1°, 2°,3°,4°) na Figura 31.

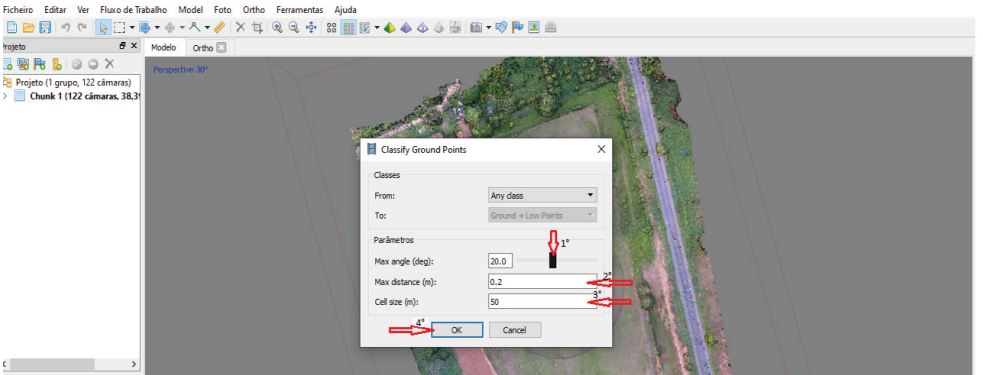


Figura 31. Passo 15 para o processamento de imagens aéreas.
Fonte: Autor próprio (2021)

Para visualizar os pontos classificados, basta clicar no ícone **“Dense cloud classes”** na barra de ferramentas conforme indicado na Figura 32. Nesta mesma figura, é possível observar a imagem classificada: objetos excluídos do terreno são representados na cor branca, enquanto o terreno é destacado em marrom.

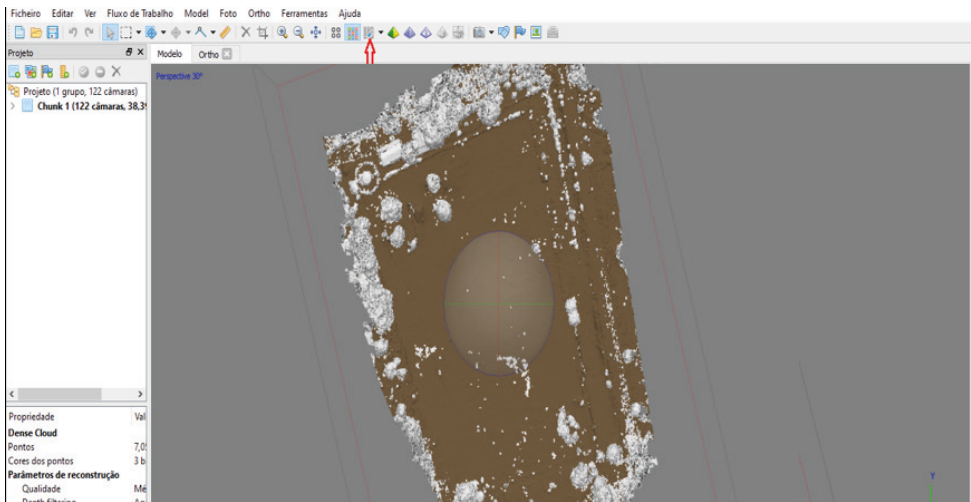


Figura 32. Passo 16 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a classificação da nuvem de pontos, o próximo passo é a construção do modelo 3D, que também será de baixa qualidade para garantir melhor definição das curvas de nível. Para isso, acesse a aba **“Fluxo de trabalho”** e clique na seção **“Construir Modelo”**, conforme ilustrado na Figura 33.

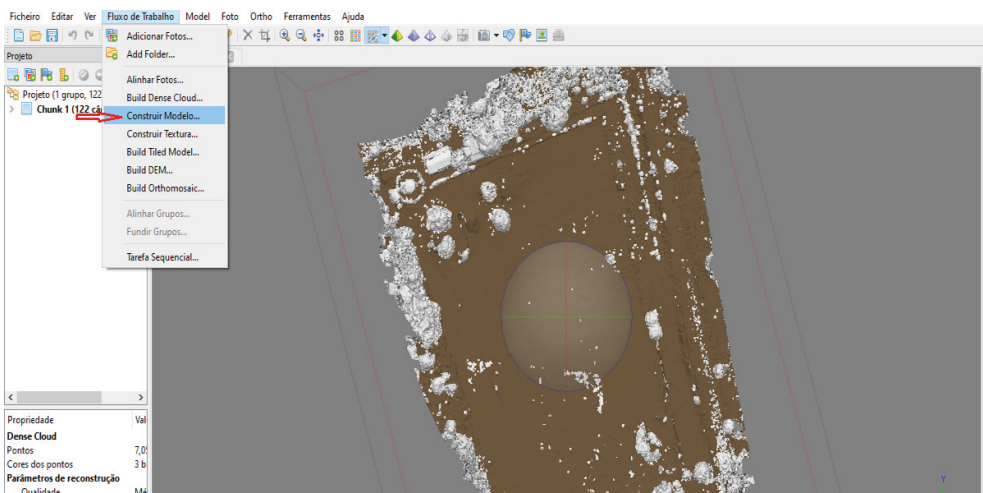


Figura 33. Passo 17 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Uma nova tela será exibida para configurar a construção do modelo. Primeiro, selecione o tipo de modelo de superfície. Neste caso, a opção selecionada será **“Arbitrary 3D”**. Em seguida, escolha a camada de dados que será utilizada para construção do modelo, selecionando a **“Nuvem Densa”**. Configure a contagem de faces para nível **“Baixa”** e, nas configurações avançadas, indique a classe de pontos que será utilizada para gerar o modelo 3D, seguindo os passos descrito sequencialmente na Figura 34.

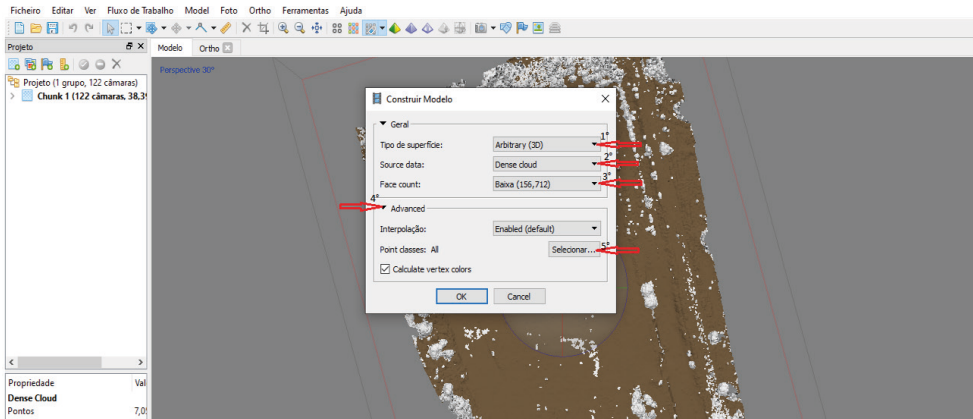


Figura 34. Passo 18 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Em seguida, outra tela será aberta para selecionar a classe de pontos desejada, desmarcando as demais e mantendo apenas a escolhida. Neste caso, a classe selecionada é **“Ground”/Terreno** (Figura 35). Por fim, clique em **“Ok”** na tela atual e, em seguida, em **“Ok”** na tela anterior para gerar o modelo (Figura 35).

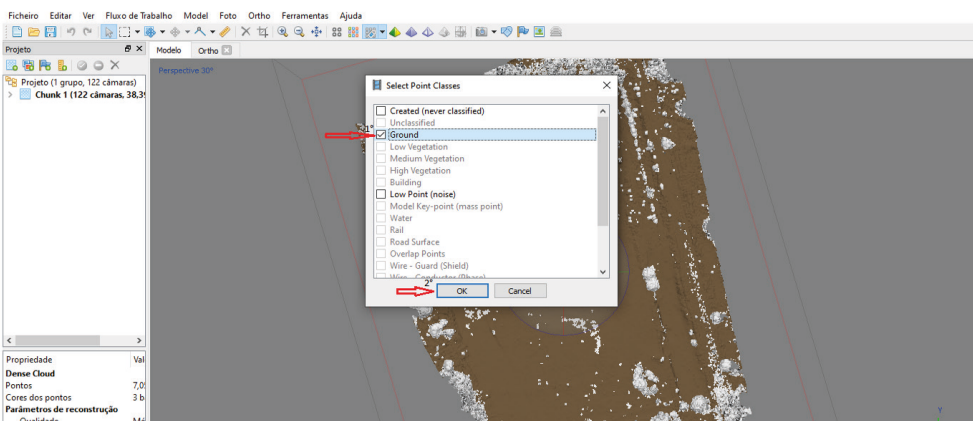


Figura 35. Passo 19 para o processamento de imagens.

Fonte: Autor próprio (2021)

Com o modelo 3D pronto, o próximo passo é reduzir a malha, diminuindo sua definição para facilitar a geração das curvas de nível. No menu “**Ferramentas**”, clique no item “**Mesh/Malha**” e, depois, em “**Smooth mesh**”, como indicado na Figura 36.

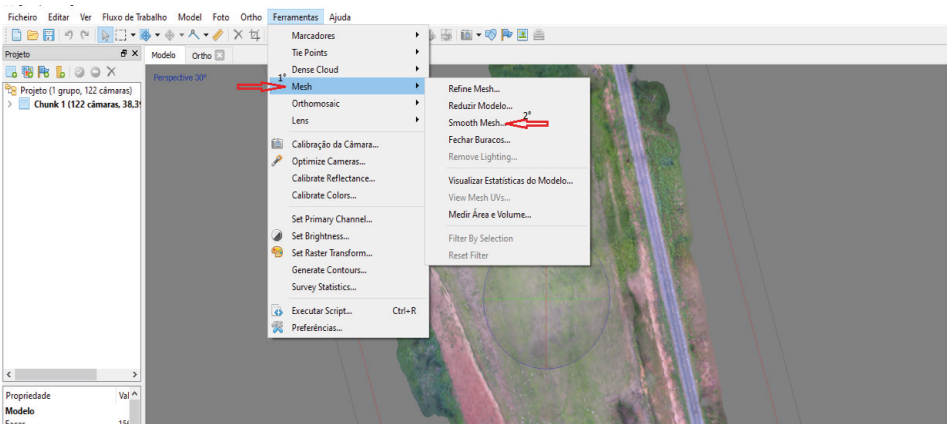


Figura 36. Passo 20 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Clicando no item indicado, será aberta uma pequena tela (Figura 37), onde é necessário especificar o número de passos para reduzir a malha. Para este trabalho, foi escolhido o número 3. Após indicar o número desejado, clique em “**OK**” para prosseguir com o processo.

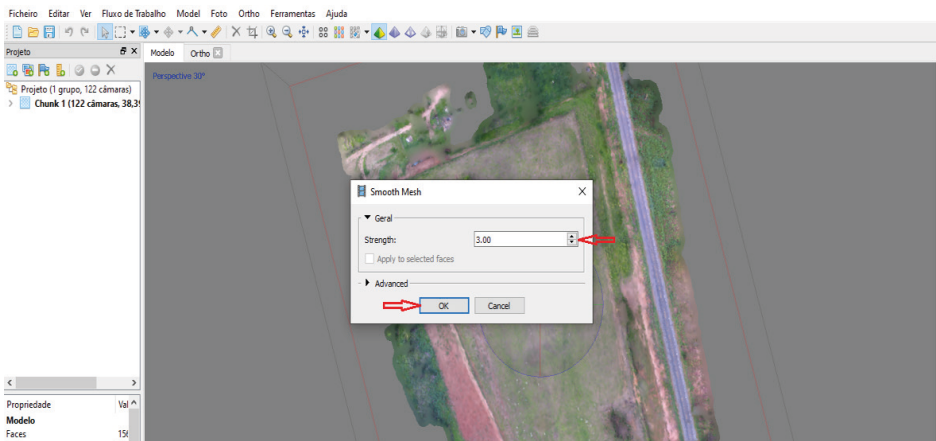


Figura 37. Passo 21 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a finalização, para visualizar a malha, basta clicar no ícone “**Malha**” na barra de ferramentas. A Figura 38 indica o ícone de visualização da malha e também apresenta o resultado do processamento da redução da malha.

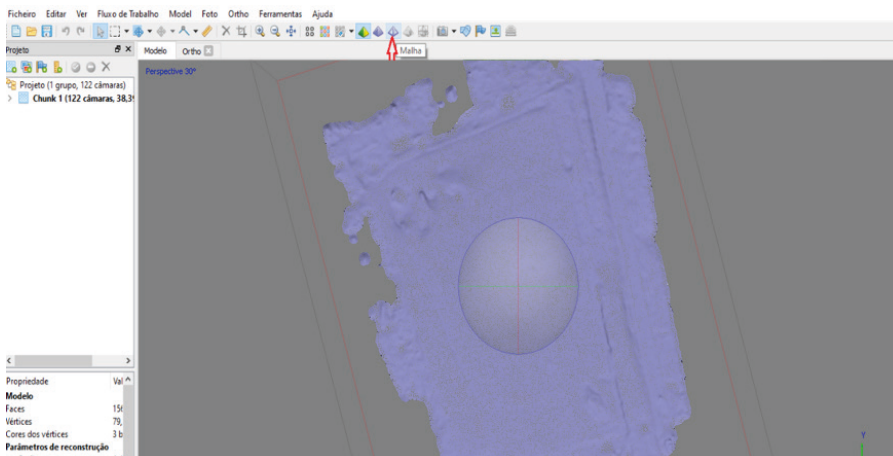


Figura 38. Passo 22 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Com a malha reduzida, o próximo passo é gerar o MDE, que resultará em um MDT (Modelo Digital de Terreno) pela extração dos objetos sobre o terreno nos passos anteriores. Para isso, clique em “**Fluxo de trabalho**” e, em seguida, em “**Build DEM**”, conforme ilustrado na Figura 39.

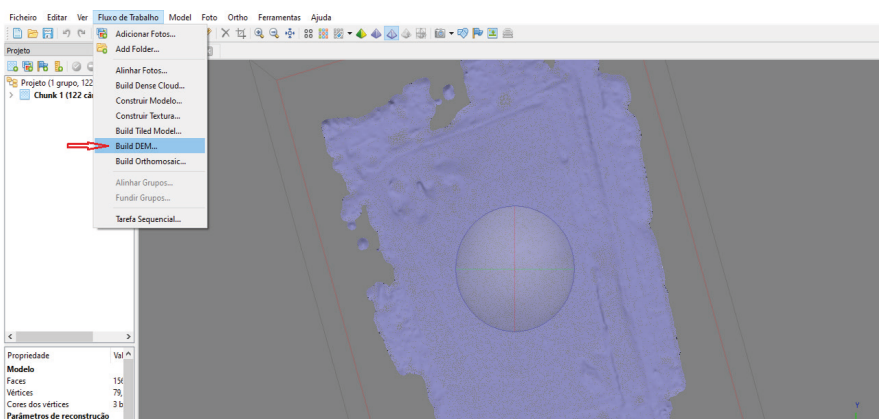


Figura 39. Passo 23 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na tela de configurações do MDE:

1. Ajuste os campos **DATUM** para o sistema de referência adequado;
2. Defina a superfície de entrada para a camada como **Mesh/malha**;
3. Marque a opção “**Definir limites**”;
4. Clique em “**Ok**” para gerar o modelo.

A Figura 40 apresenta os passos em sequência.

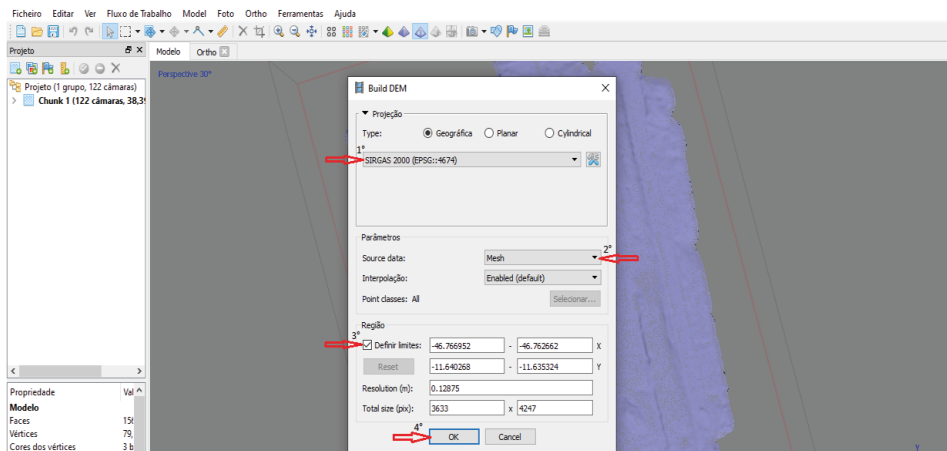


Figura 40. Passo 24 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Com o MDT pronto, a geração das curvas de nível é a última etapa do processo. Para isso, clique no menu **“Ferramentas”**, selecione o item **“Generate Contours”** (Figura 41) e abra a caixa de configurações dos contornos.

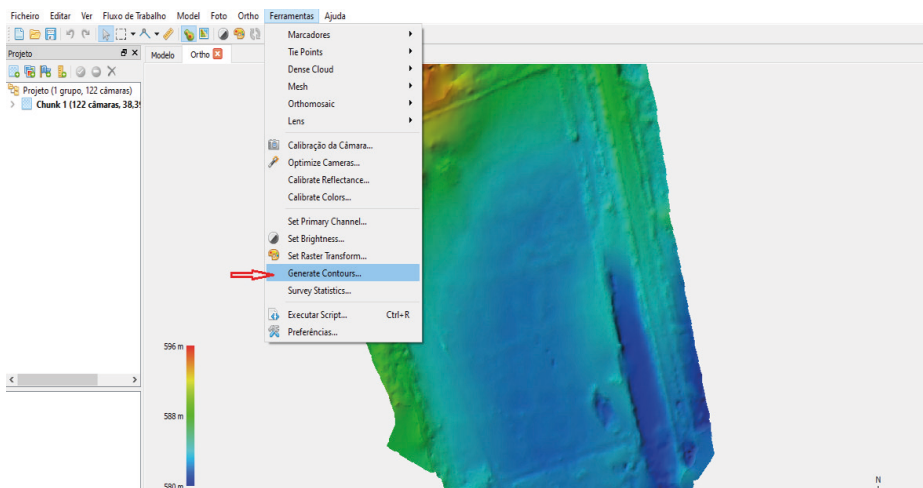


Figura 41. Passo 25 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na caixa de configurações das curvas:

1. Mantenha a superfície de entrada como DEM;
2. Indique o intervalo de definição entre as curvas, conforme as características da área. Neste trabalho , o intervalo escolhido foi e **1m** (Figura 42);
3. Clique em **“Ok”** para gerar as curvas.

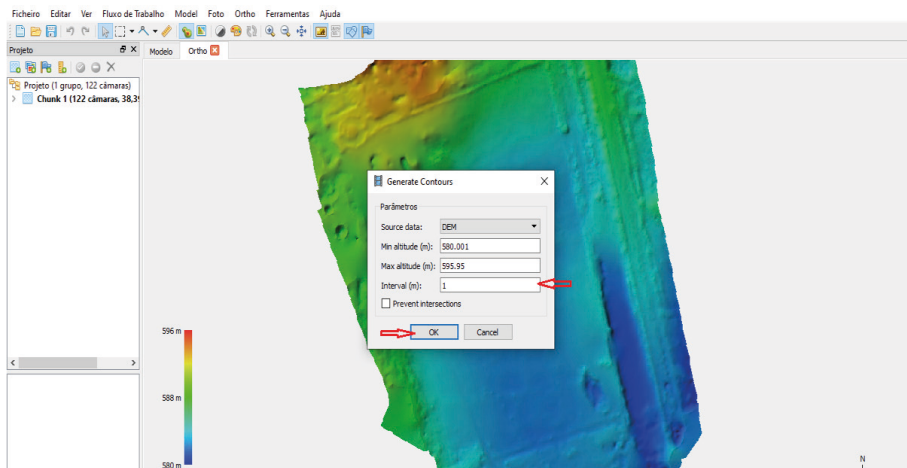


Figura 42. Passo 26 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Para o estudo, o intervalo de 1 metro trouxe a melhor definição para a área analisada. A Figura 43 apresenta o mapa de curvas de nível da área, representando com precisão a realidade altimétrica do local.

Os contornos apresentam cotas variando entre 582 metros e 593 metros de altitude no entorno da área de interesse. Quando comparados ao mapa de elevação da área (Figura 43), observa-se compatibilidade na altimetria do terreno, evidenciando a qualidade e precisão dos produtos.



Figura 43. Mapa de Curvas de nível da área estudada.

Fonte: Autor próprio (2021)

ÍNDICE DE VEGETAÇÃO – VARI

Os índices de vegetação são modelos matemáticos baseados na reflectância das coberturas vegetais, ou seja, na capacidade dessas coberturas de refletir a luz solar, conforme suas características de desenvolvimento, medida por sensores. Esses índices podem ser utilizados para determinar e interpretar diversas variáveis da vegetação, como desenvolvimento, biomassa, cobertura do solo e deficiências hídricas, entre outros (MAPPA, 2021).

Existem diversos índices de vegetação, cada um com finalidades e funcionalidades específicas. Entre os principais destacam-se (SANTORO, 2020):

1. NDVI - Índice de Vegetação por Diferença Normalizada: Este índice pode ser utilizado no monitoramento agrícola para avaliar a saúde das plantas, identificar déficit hídrico, danos causados por pragas, estimar produtividade e outros parâmetros, analisando a resposta espectral nas bandas do vermelho e infravermelho próximo.

2. EVI - Índice de Vegetação Melhorado: Trata-se de um índice com fórmula semelhante ao NDVI, mas com modificações para minimizar influências atmosféricas e sinais de fundo do dossel, sendo especialmente adequado para áreas com vegetação densa, como florestas tropicais.

3. SAVI - Índice de Vegetação Ajustado ao Solo: Este índice busca atenuar os efeitos da luminosidade do solo nos dados capturados, adicionando uma constante à fórmula do NDVI, adaptando-se a diferentes níveis de cobertura do solo.

4. VARI - Índice Resistente à Atmosfera na Região Visível (VARI): Assim como o EVI, o VARI foi criado para corrigir efeitos atmosféricos. Diferente dos índices de vegetação citados, o VARI utiliza sensores RGB, e mede a reflectância na região do visível, avaliando a intensidade verde em uma área. É útil para detectar estresse ou vigor em coberturas vegetais.

No presente trabalho, devido ao uso de uma câmera RGB, o índice escolhido foi o VARI. Este índice pode ser gerado após a construção do Ortomosaico. Para isso, no menu “**Ferramentas**”, clique em “**Set Raster Transform**”/Transformação Raster, para abrir a caixa de configurações da calculadora raster (Figura 44).

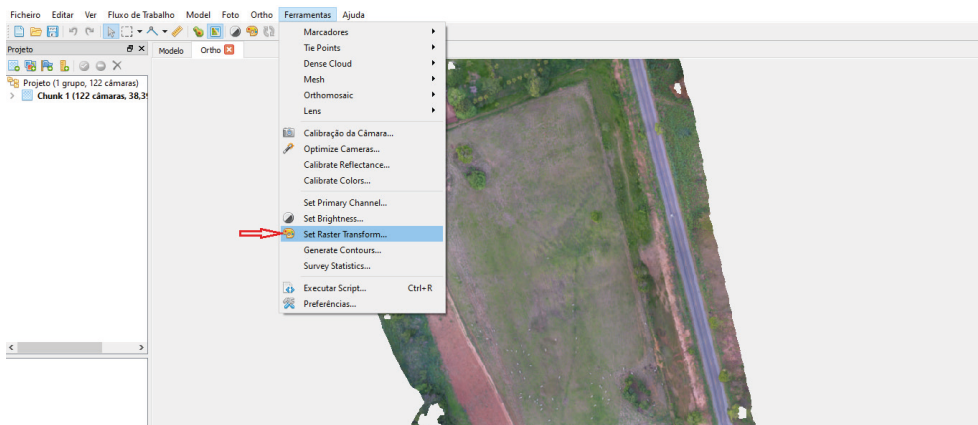


Figura 44. Passo 27 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na **Calculadora Raster**, clique na aba “**Transform**” para realizar as primeiras configurações (Figura 45).

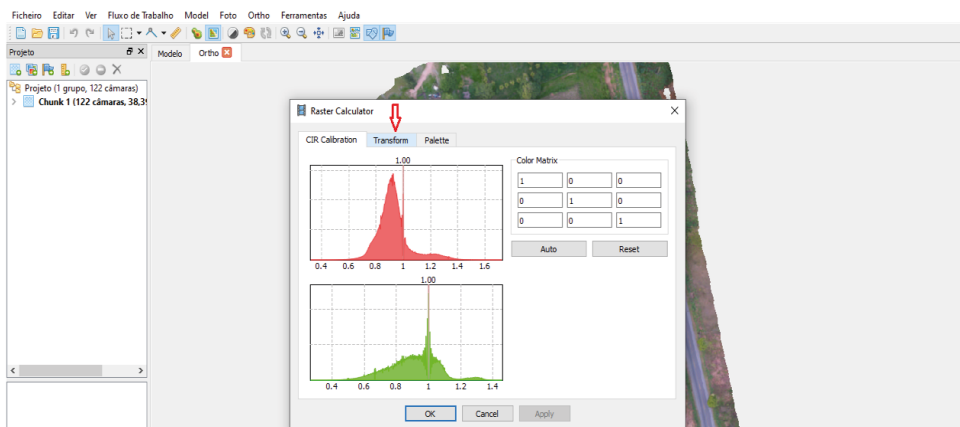


Figura 45. Passo 28 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na aba **Transformações**, insira a fórmula do índice desejado no campo “**Outputs Bandas**”/**Bandas de saída**, digitando as bandas correspondentes. Como o índice utilizado é o VARI, a fórmula inserida foi:
$$VARI = \frac{(Verde-vermelho)}{(verde+vermelho-azul)}$$

Para adicionar a fórmula é necessário verificar as bandas do software que correspondem às cores da fórmula, conforme ilustrado na Figura 46. Após adicionar a fórmula, o próximo passo é clicar na aba “**Paleta**” para configurar as cores.

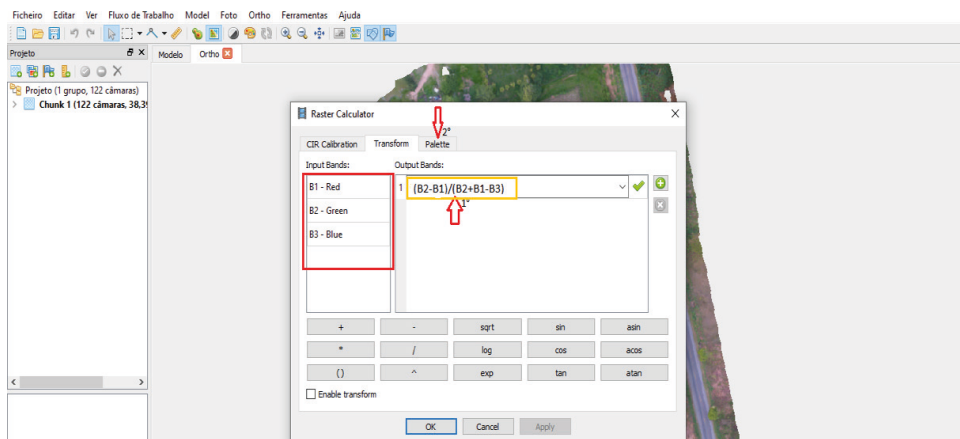


Figura 46. Passo 29 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Na aba “**Paleta**”, é possível configurar as cores desejadas para cada atributo ou banda espectral do mapa. As cores podem ser configuradas por meio de paletas prontas como ilustra a Figura 47 indicada pelo ordinal 1º, também é possível ampliar a cor das bandas no campo indicado pelo ordinal 2º destacando o que for de interesse, ou ainda configurar de forma individual cada cor da paleta indicado pelo ordinal 3º. Configuradas as cores, voltar a aba “**Transformações**”.

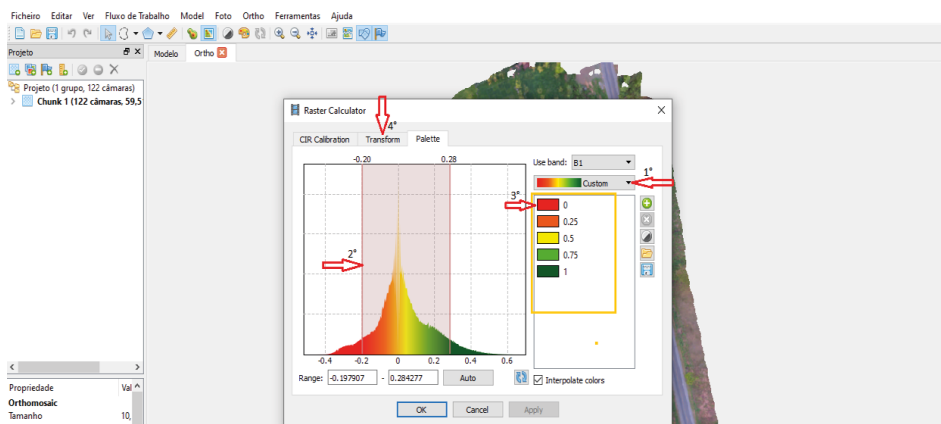


Figura 47. Passo 30 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após configurar as cores, retorne à aba **Transformações**. Na aba **Transformações**, ative a opção “**Enable Transform**”, caso esteja desmarcada, para visualizar a transformação do raster. Em seguida, clique em “**Apply**” para aplicar as configurações e em “**OK**” para finalizar o processo, conforme mostrado na Figura 48.

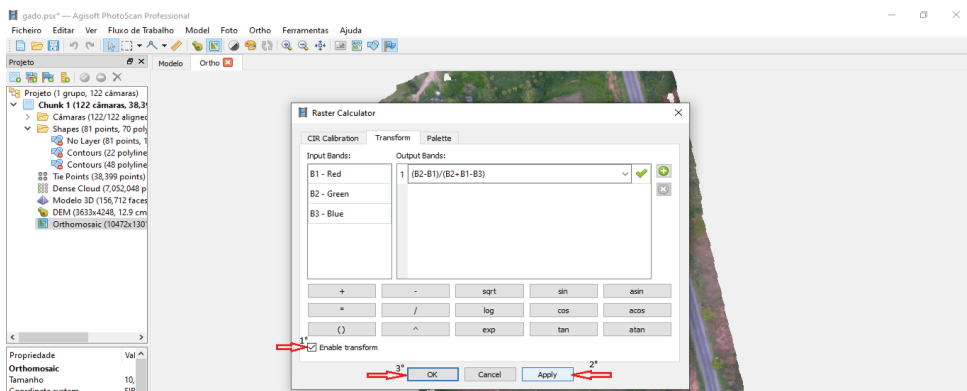


Figura 48. Passo 31 para o processamento de imagens aéreas.

Fonte: Autor próprio (2021)

Vale ressaltar que essas configurações podem ser ajustadas a qualquer momento, dependendo do objetivo do estudo, principalmente no que diz respeito à paleta de cores.

A Figura 49 apresenta o mapa com a aplicação do VARI. A escolha do índice deve-se ao tipo de câmera utilizada e na melhor caracterização da vegetação proporcionada ao estudo.

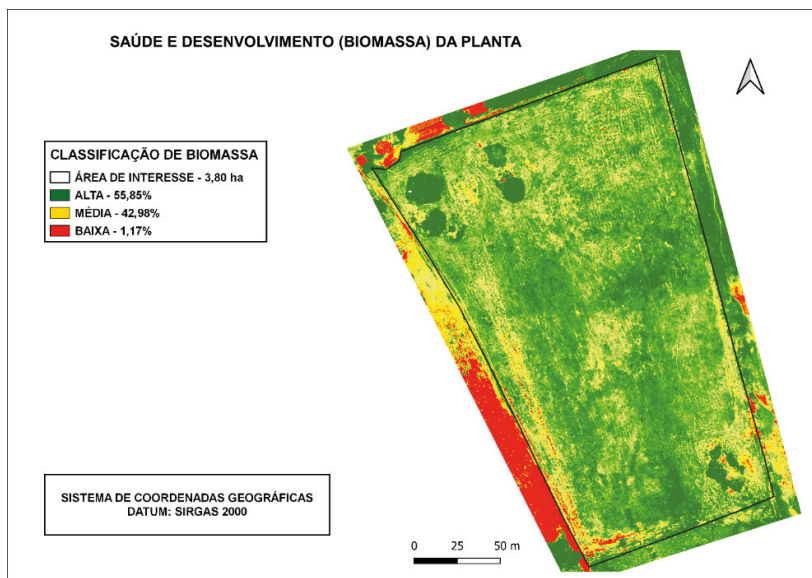


Figura 49. Mapa com aplicação do índice VARI.

Fonte: Autor próprio (2021)

O mapa gerado (Figura 49) representa o estado de desenvolvimento da vegetação (biomassa), classificada em alta, média e baixa. Locais classificados com alta biomassa, estão localizados principalmente nas áreas com presença de árvores ou pastagem desenvolvidas. Locais com média biomassa, podem indicar área em desenvolvimento inicial ou que já foram pastejadas, onde a massa de forragem foi reduzida. Nas regiões classificadas com baixa biomassa, essa informação se deve principalmente pela presença de vegetação rala ou solo exposto.

Se o monitorado ao longo do tempo, o uso de índices de vegetação em pastagens pode auxiliar no monitoramento da massa de forragem, no ajuste da taxa de lotação e no momento ideal para rotacionar o pastejo, garantindo maior eficiência produtiva (SEIXAS, 2020).

A aplicação do índice também permite identificar falhas no plantio, destacando áreas com pouca ou nenhuma vegetação, essa informação quando identificada em momento oportuno, serve como apoio para correção destas falhas em tempo hábil. Um exemplo é uma faixa contínua ao lado esquerdo da área de interesse (Figura 49), provavelmente resultado de erros na semeadura durante a implantação da área.

CONTAGEM DE ANIMAIS

Na rotina de uma fazenda, a contagem de animais geralmente exige que o pecuarista reúna o rebanho no pasto ou no curral, o que demanda esforço, tempo e pode gerar estresse aos animais, afetando a produtividade (EMBRAPA, 2019).

Nos últimos anos, alternativas para contagem remota ganharam destaque no setor pecuário. Entre as abordagens disponíveis estão: (1) **contagem manual em ortomosaico**, que permite a demarcação manual de pontos sobre cada animal em imagens de alta qualidade; (2) **inteligência computacional**, utilizando redes neurais para treinamento e identificação de feições classificadas.

No tutorial a seguir, serão demonstrados os procedimentos para a contagem manual de animais utilizando o software Agisoft PhotoScan, em uma área de pastagem do IFTO – *Campus Dianópolis*.

Com a produção de um ortomosaico de boa qualidade, torna-se possível identificar facilmente os animais na área e demarcar cada um individualmente. Visualizando a imagem do ortomosaico no software, o usuário deve clicar no ícone de “**Ferramentas de desenho**” e selecionar a opção de “**Ferramenta de desenho de pontos**”, como ilustrado na Figura 50.

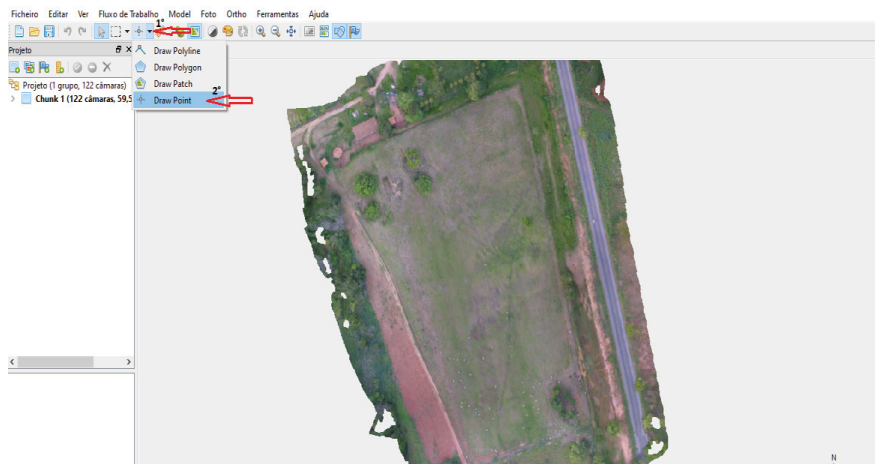


Figura 50. Passo 32 para o processamento das imagens.

Fonte: Autor próprio (2021)

Ao marcar a opção de desenho por pontos, cada animal pode ser identificado e demarcado individualmente. Para melhorar a visualização dos animais, utiliza-se o zoom na imagem com auxílio do mouse, e cada animal é marcado com um ponto (Figura 51).

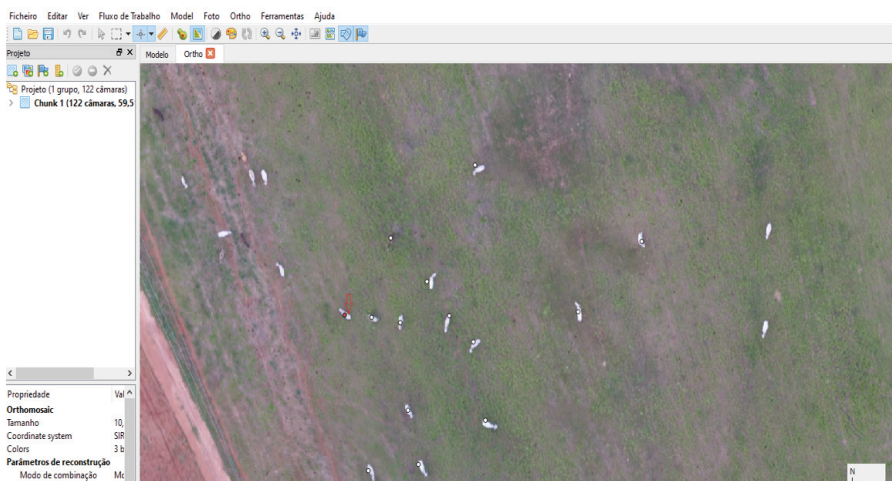


Figura 51. Passo 33 para o processamento das imagens.

Fonte: Autor próprio (2021)

Após a marcação de todos os animais, é possível verificar os números de pontos criados na aba “Shapes” (Figura 52), que reúne os dados vetoriais do projeto, como pontos, polígonos e polilinhas elaborados. Essas informações permitem determinar o número exato de animais na área, mas é possível também exportar o ortomosaico e o shape de pontos para atribuir características quantitativas e qualitativas adicionais em um pós-processamento.

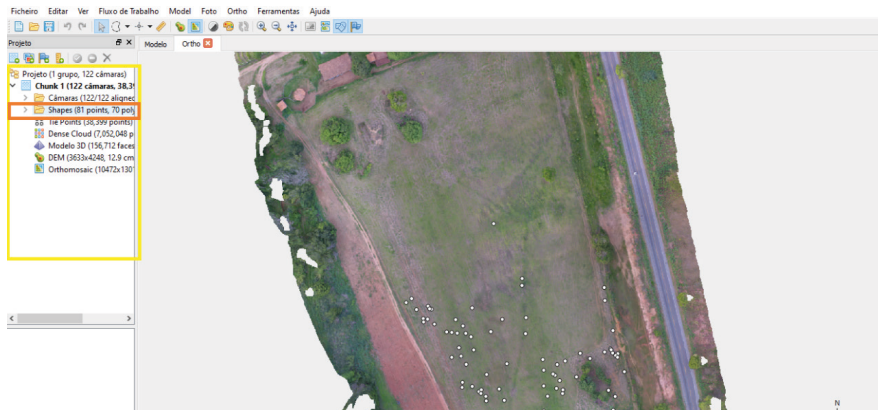


Figura 52. Passo 34 para o processamento das imagens.

Fonte: Autor próprio (2021)

A Figura 53 apresenta as informações obtidas na contagem, com cada animal representado por um ponto na imagem. No detalhamento, essa visualização se torna mais clara (adicionar detalhe na imagem).

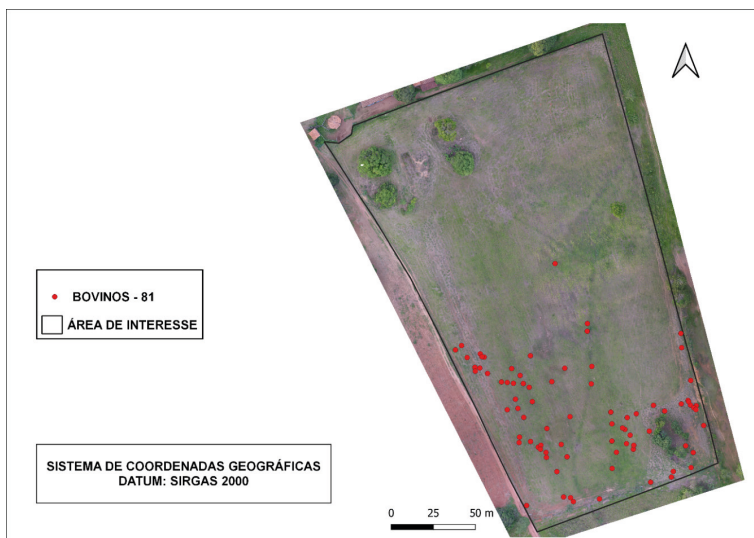


Figura 53. Mapa de contagem de animais.

Fonte: Autor próprio (2021)

A contagem de animais é uma ferramenta relevante para o monitoramento de rebanhos, auxiliando na identificação de roubos, principalmente em áreas extensas onde a obter dessas informações é mais trabalhosa. Além disso, é útil para o controle zootécnico da propriedade, verificando a taxa de lotação em piquetes rotacionados, o que facilita e agiliza o manejo de pastejo. O uso de RPA's pode ser aplicado para diversas finalidades na agropecuária, algumas das quais exigem sensores ou equipamentos específicos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O mapeamento de áreas de produção utilizando Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) é uma alternativa que tem ganhado adoção pelos setores agrários. Isso se deve às vantagens que essa ferramenta proporciona na obtenção de dados mais precisos, como imagens de alta resolução, ocasionada pela possibilidade de voos a alturas mais baixas; imagens georreferenciadas, facilidade de operação e outros benefícios significativos.

Atividades de monitoramento, que anteriormente demandava tempo e esforço consideráveis, podem agora ser realizadas de maneira remota, com maior produtividade e eficiência, graças ao uso de tecnologias modernas como as RPA's. Essas inovações têm o potencial para melhor desempenho das atividades agrícolas e otimizar os resultados de produtividade.

O domínio das noções básicas de utilização de ferramentas para elaboração de mapas agrícolas, confere um diferencial aos profissionais das ciências agrárias, para acompanhar as mudanças que o setor vem apresentando na gestão da produção.

REFERÊNCIA

ANAC. Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. RBAC-E nº 94 - Regulamento Brasileiro da Aviação Civil Especial. 26p. Agência Nacional de Aviação Civil. 2017.

DJI. Phantom 3 Advanced. Disponível em: <<https://www.dji.com/br/phantom-3-adv/info>>. Acesso em: 20/05/2021

EMBRAPA. Pesquisadores vão usar drones para detecção e contagem de gado. 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/41831223/pesquisadores-vao-usar-drones-para-deteccao-e-contagem-de-gado>

GUBERT, L. C.; REIPS, L. Drones como ferramenta e apoio para agricultores do Rio Grande do Sul. 19p. R. UFG, Goiânia. 2019.

HORUS. Entenda o que são as Curvas de Nível e suas aplicações. Horus Aeronaves. 2017. Disponível em : <<https://horusaeronaves.com/entenda-o-que-sao-as-curvas-de-nivel-e-suas-aplicacoes/>>. Acesso em: 06/12/2020

HORUS. Afinal, quando usar o MDS e MDT?. Horus Aeronaves. 2018. Disponível em: <<https://horusaeronaves.com/afinal-quando-usar-o-mds-e-mdt/>>. Acesso em: 06/12/2020

MAPPA. Ortomosaico: tudo que você precisa saber. Mappa Drone Mapping Analysis. 2019. Disponível em: <<https://mappa.ag/ortomosaico-tudo-que-voce-precisa-saber/>> . Acesso em: 06/12/2020

MAPPA. Índices de vegetação: IFV, VARI, NDVI E NDRE. 2021. Disponível em: <<https://mappa.ag/ajuda/indices-de-vegetacao-ifv-vari-ndvi-e-ndre/>> .

SANTORO, M. Índice de vegetação: o que ele pode mostrar sobre sua lavoura. Blog da Aegro sobre gestão no campo e tecnologias agrícolas. 2020. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/indice-de-vegetacao>

SEIXAS, Angel. Utilização de drones no monitoramento de pastagens. Zootecnia Brasil. Disponível em: <<https://zootecniabrasil.com/2020/03/30/utilizacao-de-drones-no-monitoramento-de-pastagens/>>. Acesso em: 07/06/2021