

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

CHARLES NUNES DA SILVA

**CONFECÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL PARA ARROZ IRRIGADO COM
DIFERENTES PLATAFORMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS ALTIMETRICOS**

**Alegrete
2023**

CHARLES NUNES DA SILVA

**CONFECÇÃO DE CURVAS DE NÍVEL PARA ARROZ IRRIGADO COM
DIFERENTES PLATAFORMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Vinícius Dos Santos Cunha

**Alegrete
2023**

CHARLES NUNES DA SILVA

**CONFECCÃO DE CURVAS DE NÍVEL PARA ARROZ IRRIGADO COM DIFERENTES
PLATAFORMAS DE AQUISIÇÃO DE DADOS ALTIMÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 13 de dezembro de 2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Vinícius dos Santos Cunha

Orientador
(UNIPAMPA)

Prof^a. Dr^a. Amanda Rithieli Pereira dos Santos

(UNIPAMPA)

Eng. Agrícola Giulian Rubira Gautério

(UNIPAMPA)



Assinado eletronicamente por **VINICIUS DOS SANTOS CUNHA, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/12/2023, às 16:48, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **GIULIAN RUBIRA GAUTERIO, ENGENHEIRO-AREA**, em 13/12/2023, às 17:37, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **AMANDA RITHIELI PEREIRA DOS SANTOS, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 13/12/2023, às 18:01, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1328892** e o código CRC **79C1F77F**.

“O sucesso costuma vir para aqueles que estão ocupados demais para procurar por ele”.

Bill Gates

AGRADECIMENTO

Primeiramente Agradeço à Deus, pela oportunidade de me deixar vir até aqui com o meu propósito, com saúde e com perseverança para seguir.

À minha esposa, Glaucia Cordeiro dos Santos, que não mediu esforços para que essa caminhada fosse concluída, aos meus filhos, Lucas dos Santos Prates e Mariana Santos da Silva, que me apoiaram e acreditaram que tudo seria possível.

Ao meu Orientador Professor Doutor Vinícius dos Santos Cunha, pela paciência, disponibilidade, força e ajuda em todas as etapas da conclusão desse trabalho.

À Universidade Federal do Pampa pela Imensa oportunidade de tornar o meu sonho uma realidade.

À Marco Antonio Raffin Ancinelo, por ceder a propriedade, equipamentos, tempo e auxiliar em todas as necessidades de campo, sem medir esforços e sem se preocupar com o tempo tomado de suas tarefas.

À AGROSER TAJ COMERCIAL AGRÍCOLA LTDA, concessionária CASE IH, que cedeu um profissional, equipamentos e disponibilidade de tempo para que toda a pesquisa fosse consolidada.

À Bruno Brinck, Assistente técnico de Agricultura de precisão na concessionária, que dispôs do seu tempo, para orientar, processar dados e entregar um excelente trabalho com os equipamentos.

Aos demais colegas, Amigos e Professores, os quais fizeram parte dessa caminhada e que de alguma forma contribuíram para que essa etapa da minha vida tivesse algo a somar para todos.

RESUMO

A cultura do Arroz (*Oryza sativa L.*), tem uma elevada importância na economia sendo essa cultura uma das responsáveis pelo desenvolvimento econômico da fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Contudo nessa cultura destacam-se peculiaridades no preparo do solo, que se diferem relativamente das demais, o emprego da irrigação exige que a tarefa de nivelamento do solo seja aplicada na lavoura de arroz, essa tarefa dentro da cultura, é a mais importante entre as demais, pois se trata de uma operação que exige do operador do equipamento responsável pela altimetria, a habilidade e conhecimento do solo. O emprego de tecnologias como a Real Time Kinematic (RTK), Drones e Vant (Veículo aéreo não tripulado) já são realidade para a confecção de curvas de nível, com o intuito de reduzir o tempo gasto e reduzir o erro da operação humana, fazendo com que o nivelamento da lavoura orizícola se torne prático, eficiente e preciso. Diante disso, o objetivo nesse trabalho foi avaliar a qualidade das curvas de nível geradas por três diferentes plataformas e metodologias de coletas de dados planialtimétricos. O trabalho utilizou-se de três metodologias, sendo elas: coleta de dados com um drone de correção com pontos de controle e verificação, denominado PC, drone com pós correção, denominado PPK, por fim pesquisa altimétrica terrestre com o uso de RTK embarcado em veículo automotivo, denominado RTK. Os resultados dessa pesquisa mostraram que as curvas geradas pelo RTK e pelo Drone PPK são muito semelhantes enquanto os dados gerados pelo drone com ponto de controle trouxe uma maior diferença entre os outros dois, mostrando resultados já esperados pois os níveis de correção entre si são bem distantes e significativos, mostrando por fim as diferenças após os processamentos e tratamento dos dados coletados à campo.

Palavras-Chave: Levantamento altimétrico, Real time Kinematic (RTK), Nivelamento do solo.

ABSTRACT

The culture of rice (*Oryza sativa* L.) has a high importance in the economy, and this crop is one of the responsible for the economic development of the western border of Rio Grande do Sul. However, in this crop there are peculiarities in soil preparation that differ relatively from the others, the use of irrigation requires that the task of leveling the soil be applied in the rice crop, this task within the rice crop is the most important among the others, as it is an operation that requires the operator of the equipment responsible for altimetry to have the ability and knowledge of the soil. The use of technologies such as Real Time Kinematic (RTK), Drones and UAVs (Unmanned Aerial Vehicle) are already used for the preparation of contour lines, in order to reduce the time spent and reduce the error of human operation, making the leveling of rice crops practical, efficient and accurate. Therefore, the objective of this study was to evaluate the quality of the quality of contour lines generated by three different platforms and methodologies for collecting planialtimetric data. The work used three methodologies, namely: data collection with a correction drone with control and verification points, called PC, drone with PPK post correction, called PPK, and finally terrestrial altimetric research with the use of RTK embedded in an automotive vehicle, called RTK. The results of this research showed that the curves generated by the RTK and the PPK Drone are very similar while the data generated by the drone with control point brought a greater difference between the others, showing results already expected because the levels of correction between them are very distant and significant, finally showing the differences after the processing and treatment of the data collected in the field.

Key-words: Altimetric survey, Real time Kinematic (RTK), Ground leveling.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Local e croqui da área onde será realizado o projeto.....	16
Figura 2 – Imagem Drone DJI Mavick mini™.....	17
Figura 3. Imagem realizada pelo Drone DJI Mavick mini™.....	18
Figura 4 – Drone Nuvem UAV Spectral 2®	19
Figura 5 – Base RTK para o PPK e para pesquisa terrestre.....	19
Figura 6 – Monitor Xcn 2050 Trimble™.....	21
Figura 7 – Representação gráfica dos mapas de elevação (m) e declividade (%) gerados por cada uma das plataformas de aquisição de dados utilizadas	25
Figura 8 – Correlação Linear de Pearson entre os modelos gerados pelas diferentes plataformas de aquisição de dados.....	29
Figura 9 – Representação da distribuição de pontos com diferença de elevação maior ou menor que 10 centímetros entre os modelos gerados por cada plataforma de aquisição.....	30
Figura 10 – Análise descritiva das curvas de nível geradas a partir de cada plataforma de aquisição de dados.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS

n. – número

p. – página

f. – folha

cap. – capítulo

v. – volume

org. – organizador

coord. – coordenador

col. – colaborador

S. – Sul

N. – Norte

O. – Oeste

L. – Leste

LISTA DE SIGLAS

GPS – GLOBAL POSITION SYSTEMS

RTK – REAL TIME KINEMATIC

GNSS – GLOBAL NAVIGATION SATÉLITE SYSTEM

UTM – UNIVERSAL TRANSVERSOR DE MERCATOR

PPK – POST PROCESSED KINEMATIC

PPP – PRECISE POINT POSITIONING (PONTO PÓS PROCESSADO).

GPS HRMS – GLOBAL POSITION SYSTEMS HORIZONTAL ROOT MEAN SQUARE

RGB – RED, GREEN, BLUE (VERMELHO, VERDE, AZUL)

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

VANT – VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO

PC – PONTO DE CONTROLE

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 Uso da água no cultivo do arroz.....	11
2.2 Nível laser.....	11
2.3 Sistema GNSS.....	12
2.4 Sistema RTK (Real Time Kinematic, <i>Cinemática em tempo real</i>)	12
2.5 PPP Ponto pós processado (PPK).....	13
2.6 Levantamento altimétrico.....	14
2.7 Curvas de nível	14
2.8 PPK Ponto Pós-processado Kinematic.....	15
3 METODOLOGIA	15
3.1 Descrição e histórico da área	15
3.2 Composição dos fatores de estudo e procedimentos de coleta de dados.....	16
3.2.1 Metodologia que envolve levantamento aéreo com drone de baixa autonomia de voo e correção da elevação com pontos de controle.....	17
3.2.2 Metodologia que envolve levantamento aéreo com drone de alta autonomia de voo e correção da elevação por meio de pós processamento (PPK).....	19
3.2.3 Metodologia que envolve levantamento terrestre com veículo automotivo embarcado com sistema RTK (RTK).....	20
3.3 Processamento dos dados e geração dos Modelos Digitais de Elevação (MDE).....	21
3.4 Avaliação da similaridade entre os MDEs gerados.....	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5 CONCLUSÃO.....	30
REFERENCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O arroz (*Oryza Sativa* L.) é o segundo cereal mais cultivado e consumido no mundo, sendo base alimentar para cerca de 3 bilhões de pessoas, (IRGA, 2022). Mundialmente, em termos de área cultivada, produção e produtividade, o Brasil ocupa a 10^a, 17^a e a 10^a posição, respectivamente (FAO, 2022). Segundo a CONAB (2023), o Brasil cultivou na safra 2022/2023 uma área de arroz de 1,3 milhão de hectares, onde 957.185 mil hectares estão localizados no Rio Grande do Sul (RS). Com 84,2% do total, o RS é o líder nacional tanto em área cultivada, como em produtividade e produção, sendo seguido pelo estado de Santa Catarina (SC). A fronteira oeste é responsável por 29,4% (278.349,8 mil hectares) da área de arroz irrigado no estado, com uma produtividade média na última safra de 9.706 Kg ha^{-1} (180,2 scha $^{-1}$) (IRGA, 2023).

Dentre as operações necessárias para o cultivo do arroz irrigado, o preparo é do solo, tanto em sistema de cultivo convencional ou mínimo, apresenta relevada importância e custo associado (SOSBAI, 2018). Para o arroz irrigado, esse preparo consiste em várias etapas, sendo elas: a gradagem, o emparelhamento do solo, o nivelamento e a confecção de curvas de nível, para que a semeadura e finalmente a inundação da lavoura ocorram na sequência. Por se tratar de uma lavoura irrigada por inundação, o nivelamento se destaca entre as demais operações de preparo (Ramão, 2016).

Desde a década de 90, o nivelamento vem sendo feito com a ajuda do nível laser que, por sua vez, se mostra-se muito eficiente nesse propósito. Porém, com o advento de novas tecnologias, como a do Real Time Kinematic (RTK), que corrige o erro de posicionamento gerado pelo Global Navigation Satellite System (GNSS), vieram também novas oportunidades de desenvolvimento e melhoria de ferramentas para que o nivelamento da lavoura seja realizado de forma mais autônoma e independente.

O levantamento altimétrico é uma das formas de elaborar um Modelo digital do terreno (MDT), com o auxílio de ferramentas computacionais, e com ele a confecção de curvas de níveis mais precisas e mais bem alocadas, em função de uma menor atuação de erro humano. As ferramentas atualmente utilizadas contemplam, para o levantamento dos dados, muitas vezes o próprio trator agrícola, embarcado com tecnologia de piloto automático e GNSS (Bueno, 2018). Apesar de garantia de

qualidade no projeto a ser executado, o levantamento dos dados pode apresentar custo com combustível, além de ser dependente das condições meteorológicas. Com isso, visualiza-se uma oportunidade de melhoria na coleta dos dados, especificamente.

2 CONCEITOS GERAIS E REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Uso da água no cultivo do arroz

O cultivo do arroz exige uma grande demanda hídrica a cultura exige aproximadamente 921,6 litros de água em um dia de irrigação por hectare produzida da cultura onde o solo deve em todo o tempo do ciclo tanto vegetativo como no reprodutivo estar completamente saturado com água, a quantidade necessária de água para o cultivo do arroz, é a quantidade necessária para saturar o solo, formar uma lâmina de água e atender as demais demandas, como evapotranspiração e composição da planta (SOSBAI 2018).

2.2 Nível laser

O nível laser trata-se de um equipamento limitado e com um potencial elevado de erro de operação, pois esse equipamento é suscetível ao erro humano na operação, às intempéries do tempo, assim como em sua operação e instalação para trabalho, o nível é um equipamento que emite um sinal laser de uma determinada altura e essa emissão não sai do seu nível inicial em uma determinada distância e em um espaço de tempo, fazendo com que seu receptor receba esse sinal e se mantenha nesse nível até o fim da curva a ser feita, por sua vez, o receptor recebe esse sinal, mostrando ao operador através de um sinal luminoso, ao longo do trajeto da curva de nível, se ele está trafegando no nível correto. O receptor conta com três sinais luminosos sendo: um mostra o centro do nível na cor verde e outros dois mostram se o equipamento que executa o nivelamento está para cima ou para baixo do nível estipulado pelo emissor, sendo essas duas da cor amarela (Bueno, 2018).

Uma das aplicações do laser, na agricultura, é a demarcação das curvas de nível onde taipas ou barragens serão construídas para o cultivo de arroz irrigado. Em um estágio em que durante o cultivo do arroz, todo o campo deve ser inundado. O orizicultor tem como objetivo colocar diques no campo para que use o mínimo de água

possível. Os diques devem seguir naturalmente os contornos da mesma elevação (Bueno 2018).

2.3 Sistema GNSS

O sistema GNSS (Global Navigation Satellite Systems), sistema de navegação global por satélite, é um sistema lançado em 1978 pelo governo Americano com propósitos bélicos. A constelação americana é denominada como GPS (Global Position System), nomenclatura que se popularizou entre os usuários, que acabam se referindo ao GPS como sendo o próprio GNSS. No ano de 1983 esse sistema foi liberado pelo governo com o intuito de utilização civil, onde por muito tempo foi utilizado em navegações marítimas e aéreas, porém com erro grande de posicionamento no terreno, gerado através da degradação seletiva do sinal. Em meados do ano de 1995 esse sistema foi introduzido na agricultura com a finalidade de melhorar e otimizar as operações de campo deixando-as mais precisas e produtivas (Molin et al., 2015).

O sistema GNSS possui atualmente quatro constelações, sendo elas: GPS (Global Position Systems, EUA), GLONASS (Rússia), GALILEO (Europa), BEIDOU (COMPASS, China), esses sistemas forma a malha de satélite em orbita atualmente, dando precisão aos mais diversos receptores GNSS disposto no globo terrestre (Brutti, 2015).

O sistema GNSS apesar de sua vasta aplicação, ainda mantem algumas limitações referentes à precisão e repetibilidade, pois com os sinais abertos somente via satélite não há uma possibilidade de se obter um trafego de equipamento no mesmo lugar, isso acontece devido a mudança da constelação de satélites ao longo do período de 24 horas, ou seja, os satélites que começam uma correção de um receptor, não são os mesmos que seguem essa correção ao longo do dia, porém, existem meios alternativos para que essas operações que exigem mais precisão possam ser realizadas, entra nesse contexto o sistema RTK e sinais pagos e oferecidos comercialmente por empresas especializadas para melhorar a correção do sinal aberto e garantir uma melhor operação dos mecanismos e sistemas dependentes dessa tecnologia, entre esses sinais se encontram o OMMInistar™, Trimble RTX™ Range point e Center Point e o sinal diferencial Star Fire SF3™ da empresa John Deere, sendo esses uma alternativa de precisão e repetibilidade para as operações.

2.4 Sistema RTK (Real Time Kinematic, *Cinemática em tempo real*)

O sistema RTK tem por finalidade corrigir o erro do gps, pois esse sinal quando chega aos receptores chega com um erro aproximado de 10 metros, não sendo possível sua utilização para operações mais precisas como plantio e os tratos culturais

exigidos durante o ciclo de produção de uma determinada cultura. O sistema RTK consiste em um receptor que fica geoestacionário, ou seja, fica fixo em um ponto onde recebe o sinal de gps junto com os demais receptores, essa base por sua vez, realiza a correção desse sinal enviando-o aos Rovers (receptores de veículos e máquinas agrícolas) que operam dentro do sinal de correção dessa mesma base, esse erro então é reduzido para margens aceitáveis e muito precisas e são enviados via sinal de rádio em tempo real, que fazem com que as operações sejam eficientes e satisfatória para a agricultura.

Esse sistema trouxe com ele, uma vantagem significativa para as operações em lavouras de arroz, segundo (Brutti, 2015), o sistema RTK reduz o tempo de operação em relação ao nível laser e oferece com isso uma maior precisão, eliminando o erro humano em duas das operações, o nivelamento e a confecção das taipas por meio de piloto automático instalado no equipamento executor das tarefas. No entanto o RTK mantém algumas limitações, como por exemplo, não ser possível realizar a pesquisa altimétrica em dias de chuva ou com a presença de solo molhado, pois quando isso acontece, ocorre uma diferença na pesquisa de altura de um ponto para outro não sendo possível utilizar essa malha topográfica para a confecção do nível da lavoura, mas porém, essa pesquisa pode ser realizada com uma maior versatilidade e com a mesma precisão pelo Drone, esse equipamento realiza a pesquisa independente da condição do solo, basta somente este estar pronto com as operações finalizadas para que se possa executar o voo com o equipamento e realizar a pesquisa altimétrica.

2.5 PPP Ponto pós processado

O PPP (Precise Point Positioning) é um método utilizado em sistemas de posicionamento global (GNSS, Global Navigation Satellite Systems) para obter informações de posição altamente precisas, no contexto de uma base RTK (Real-Time Kinematic), o PPP é uma alternativa ao RTK convencional.

No RTK convencional, a precisão é alcançada através da comparação de correções em tempo real de uma estação base próxima conhecida, com as medições da estação móvel. Já o PPP utiliza correções orbitais e de relógio precisas transmitidas por sistemas de referência globais para calcular a posição do receptor GNSS com alta precisão, sem a necessidade de uma estação base próxima (Teixeira, 2023).

No caso de uma base RTK usando PPP, a estação base é configurada para receber os dados de correção precisos de um serviço de PPP em tempo real ou de uma rede de referência global, como a International GNSS Service (IGS), Segundo Ramos et al, (2015) essas correções são então transmitidas para a estação móvel, que usa essas informações para calcular sua posição com alta precisão.

Uma vantagem do PPP em relação ao RTK convencional é que ele pode oferecer maior alcance e flexibilidade (Teixeira, 2022), já que não requer uma estação base próxima, no entanto, o PPP pode exigir uma conexão de internet confiável para receber as correções em tempo real e pode ter um tempo de inicialização mais longo em comparação ao RTK convencional.

É importante mencionar que a disponibilidade e a qualidade dos serviços de PPP podem variar dependendo da região e do provedor. Além disso, o PPP geralmente é mais adequado para aplicações de posicionamento estático ou de baixa velocidade, em vez de aplicações que exigem um posicionamento em tempo real de alta precisão, como em veículos em movimento rápido (Teixeira, 2023).

2.6 Levantamento altimétrico

O levantamento altimétrico é uma operação onde se consiste em coletas de pontos específicos, dentro de uma determinada área, onde foi realizado a opção desejada para o nivelamento. Esse levantamento consistiu na coleta de pontos com coordenadas geográficas de latitude e longitude e mais a informação de altitude desse ponto. Com essa malha pronta, há a possibilidade de se adquirir, com auxílio computacional, um modelo digital do terreno (MDT). Esses pontos foram coletados na área a ser nivelada com o auxílio de um sistema de correção na máquina executora da tarefa e com o sinal de correção RTK (Parfitt, 2015).

2.6 Curvas de nível

Curvas de níveis são diques ou barragens confeccionadas dentro de uma determinada área com a finalidade de manter o mesmo nível de terreno entre uma curva e outra, de modo a manter uma lâmina de água entre uma curva e outra, mantendo o solo enxarcado durante todo o tempo em que a cultura do arroz estive implantada, desde os estádios iniciais até sua maturação completa (Brutti, 2015).

Essas curvas são geradas por equipamentos adequados e produzidos para essa finalidade, denominados entaipadeiras, que por sua vez proporcionam a criação de curvas uniformes e coesas para poder segurar a coluna de água que fica em sua extensão (Hamann, 2023).

As curvas de nível podem ser confeccionadas de forma manual, com o auxílio do nível laser, ou de forma automática, com o auxílio de um MDT, retirado a partir do levantamento altimétrico realizado pelo sistema GNSS, tanto com o drone, o Vant e com um sistema de GPS instalado em qualquer veículo que se possa realizar a pesquisa de altimetria do terreno.

2.7 PPK PONTO PÓS-PROCESSADO KINEMATIC

O PPK (Posicionamento Pós-Processado Cinemático) é um método de posicionamento preciso utilizado em drones RTK (Real-Time Kinematic) para obter informações altamente precisas sobre a posição e a orientação do drone durante o voo. O PPK é uma técnica que combina dados de GPS brutos coletados pelo receptor GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) embarcado no drone com dados de uma estação base GNSS de referência (Hamann, 2023).

3 METODOLOGIA

3.1 Localização, descrição e histórico da área

O trabalho foi realizado em uma propriedade rural na cidade de Alegrete/RS situada a 2,5 quilômetros do centro cidade, com latitude de 29°46'14,24"S e longitude de 55°45'23,14"O, com área aproximada de 14 ha representada na (figura 1).

Figura 1. Local da área de execução do trabalho.



Fonte: google Earth™ (2023).

Essa propriedade tem como histórico a produção de arroz desde os meados dos anos 80, e até os dias atuais da realização do projeto a propriedade continua com a produção desse cereal, a área onde o projeto foi realizado, passa pelo processo de plantio em dois anos consecutivos e pousio por mais dois anos consecutivos, nos anos de pousio é utilizada para pastagem para engorda de bovinos.

Essa área conta com um desnível irregular com uma diferença aproximada de três a quatro metros entre seu ponto mais elevado e mais baixo. A área no momento da execução do projeto, estava pronta para receber as curvas de nível com o método tradicional, tendo já inclusive as marcações dessas curvas no solo já confeccionadas, conferindo maior dificuldade para o levantamento dos dados, pois essas marcações se apresentam na forma de sulcos com profundidade média de 8 a 10 centímetros em toda sua extensão.

3.2 Composição dos fatores de estudo e procedimentos de coleta de dados

O estudo foi constituído de três métodos de coleta de dados planialtimétricos, para criação do projeto de suavização do terreno: 1) coleta de dados utilizando drone de baixa autonomia de voo, sem correção de posicionamento pós processada (PPK), com pontos de controle e de verificação, com denominação de PC; 2) coleta de dados utilizando drone de alta autonomia de voo, marca modelo Nuvem Spectral 2, com correção de posicionamento pós processada (PPK), sem pontos de controle e de

verificação; 3) coleta de dados utilizando sistema RTK embarcado em um veículo automotivo, com denominação de RTK. A 3), denominada de RTK, foi considerada como a metodologia padrão, pois é o método mais empregado para projetos de suavização.

3.2.1 Metodologia que envolve levantamento aéreo com drone de baixa autonomia de voo e correção da elevação com pontos de controle (PC)

Os pontos coletados com a base RTK de mão foram obtidos a partir da criação de uma malha amostral no software Quantim GIS®, de modo que abrangessem pontos estratégicos ao longo do talhão. A navegação em campo até cada ponto foi feita utilizando um aplicativo de celular, denominado 4Farm™. Esses pontos foram marcados no solo com o auxílio de cal hidratada, para posteriormente fossem reconhecidos nas imagens e assim serem utilizados como pontos de controle e verificação durante o processamento das imagens obtidas, tais como o exemplo ilustrado na figura 3. Os pontos coletados passaram por pós processamento dentro do sistema do IBGE, ficaram Georreferenciados com a maior precisão possível dentro do terreno. Foi utilizada uma base RTK marca Shouth™ modelo SHT 82, e seu Rover de mão da marca Shouth SHT 86, com uma coletora de mão da marca Geotac MD-75 com precisão vertical de 1,5 cm de precisão e 3 cm de precisão horizontal, nessa etapa foram marcados 20 pontos. O drone utilizado nessa metodologia foi o DJI mini2™, mostrado na (figura 2) a uma altura de voo de 60 metros, com sobreposição frontal de 85% e lateral de 65%, a uma velocidade de 10 km/h. O voo foi executado de forma automática, por meio do aplicativo de celular DroneHarmony®.

Figura 2. Drone DJI Mavic Mini 2.



Fonte: Autor (2023).

Figura 3. Imagem realizada pelo Drone DJI Mavick mini™, com um dos pontos marcados para a amarração do Horto mosaico.



Fonte: Autor (2023).

As imagens levantadas por essa metodologia foram processadas no software WebODM™ para a criação do modelo digital de elevação, sendo que o que os dados planialtimétricos obtidos foram extraídos e trabalhados no software Quantum GIS ®. Assim, a análise foi elaborada com o auxílio digital, para que se pudesse comparar com as demais.

3.2.2 Metodologia que envolve levantamento aéreo com drone de alta autonomia de voo e correção da elevação por meio de pós processamento (PPK)

O levantamento de dados pela metodologia que envolve o Drone Nuvem UAV Spectral 2® mais o PPK iniciou-se primeiramente realizando-se a instalação da base RTK no mesmo ponto onde foi montada para o levantamento com o veículo, pois tratava-se da mesma base e não sendo assim necessário realizar o processamento de outro ponto para geolocalização com receptor PPK, a (figura 4), mostra o Drone Nuvem UAV Spectral 2® sendo preparado para o voo, sendo este de propriedade da empresa Agroser Concessionária Case IH™ na cidade de Alegrete. Esse levantamento contou com o Drone equipado de uma câmera multiespectral RGB Sony alfa 6000. O plano de voo foi feito por meio do software N Control®, desenvolvido pelo próprio fabricante do drone. O voo foi realizado a uma altura, em relação do solo, de

287 metros com sobreposição 80-80, ou seja, 80% de sobreposição frontal e 80% de sobreposição lateral. Tendo como base o PPK para correção do posicionamento das imagens e em pós-processamento utilizou-se um receptor GNSS ZPhiR-2 marca Trimble™, um rádio RTK TDL-450H e o receptor de sinal Ag-542 marca Trimble™, ambos ilustrados na (figura 5).

Figura 4. Drone Nuvem UAV Spectral 2®



Fonte: Autor (2023).

Figura 5: Base RTK para o PPK e para pesquisa terrestre.



Fonte: Autor (2023).

As imagens levantadas por essa metodologia foram processadas no software Agisoft-Metashape™, para a criação do modelo digital de elevação, sendo que o que os dados planialtimétricos obtidos foram extraídos e trabalhados no software Quantum GIS®. Assim, a análise foi elaborada com o auxílio digital, para que se pudesse comparar com as demais.

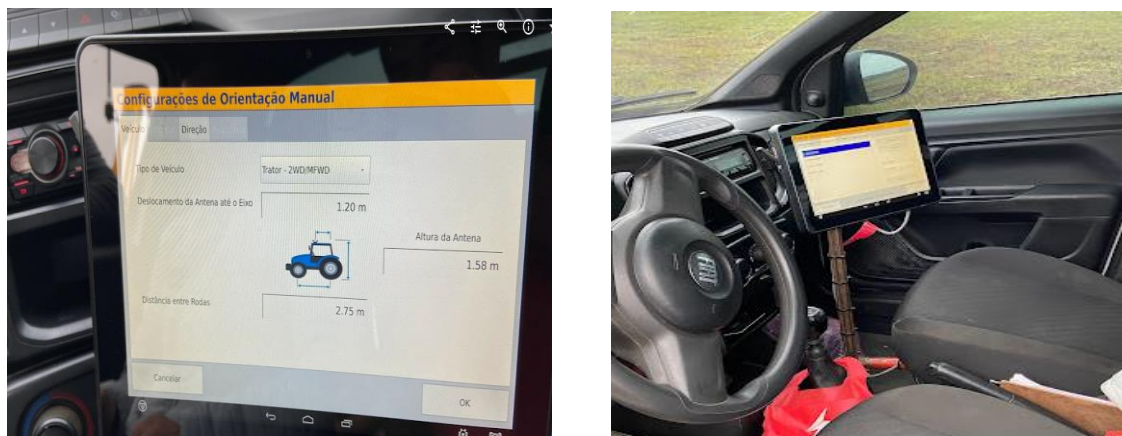
Durante o voo, o receptor GNSS do drone registra os sinais dos satélites e grava as informações brutas sobre a constelação de satélites visíveis, os tempos de chegada dos sinais e outras informações relevantes. Simultaneamente, a estação base GNSS fixa em uma localização conhecida registra as mesmas informações.

Após o voo, os dados brutos do receptor GNSS do drone e da estação base são combinados e processados em um software especializado para calcular com precisão a posição do drone em relação à estação base. Esse processamento pós voo é conhecido como "pós-processamento". Durante o pós-processamento, o software realiza correções e ajustes nos dados, levando em consideração o atraso e a interferência dos sinais GNSS.

3.2.3 Metodologia que envolve levantamento terrestre com veículo automotivo embarcado com sistema RTK (RTK)

A pesquisa com base RTK embarcada em veículo automotivo, foi realizada utilizando uma camionete Strada modelo Working da marca Fiat®, estando equipado com um monitor da marca Trimble™ modelo XCN 2050 com Rádio e sinal RTK, para correção de posicionamento, conforme figura 6. Ainda, contava com um receptor GNSS modelo AG-25 da Marca Trimble™ e uma base RTK fixada no mesmo ponto que as bases para o RTK de mão (PC) e para o PPK (PPK) estiveram fixadas. Essa base contava com um receptor GNSS ZPhir-2 marca Trimble™, um rádio RTK - DL450H e um receptor de sinal Ag-542 marca Trimble™. Nessa metodologia, as elevações foram coletadas andando no terreno com a referida camionete, obedecendo um espaçamento entre as passadas de seis metros, e um ponto coletado a cada três metros de distância entre si. Os dados oriundos do levantamento foram descarregados para o computador e inicialmente processados no software Case IH AFS Software®, para conversão de formato proprietário para formato genérico, permitindo leitura dos dados no software Quantum GIS®. Os dados foram então interpolados para a geração do modelo digital de elevação e conseqüente extração das curvas de nível.

Figura 6. Monitor Xcn 2050 Trimble™ instalado na camionete pronto para pesquisa altimétrica.



Fonte: Autor (2023).

3.3 Processamento dos dados e geração dos Modelos Digitais de Elevação (MDE)

O MDE gerado pelas metodologias que envolvem drones foi obtido por meio do processamento digital das imagens aéreas obtidas. Inicialmente, as imagens foram pré-processadas utilizando o software Quantum GIS®, de modo a excluir imagens que apresentaram nível de arrasto elevado. Essa análise foi realizada utilizando o plugin LF Tools, que opera dentro do Quantum GIS®. Feito o pré-processamento, as imagens obtidas pela metodologia PC foram processadas no software WebODM®, para geração do MDE, enquanto que as imagens obtidas pela plataforma PPK foram processadas no software Agisoft Metashape®.

Os MDEs gerados com as imagens dos drones foram então carregados no software Quantum GIS. A partir da inserção nesse software, o MDE gerado por cada drone pode ser então utilizado para a criação do projeto de suavização do terreno.

O MDE obtido pela metodologia RTK também foi gerado utilizando o software Quantum GIS®, sendo que os dados obtidos por meio dessa metodologia foram previamente convertidos em formato compatível com o referido software, por meio de outro software, denominado Case IH AFS Software®. Algumas etapas precederam a geração dos MDE gerado pelo RTK. Inicialmente foi realizado um pré-processamento dos dados. A primeira etapa do pré-processamento foi uma análise visual da nuvem de pontos gerada, utilizando o Quantum GIS®, em busca de pontos eventualmente

localizados de maneira muito discrepante, denotando erros na sua coleta. Em seguida, os dados foram analisados para verificar a presença de pontos onde a informação de elevação não foi gravada, assim como aqueles em que o parâmetro GpsHrms apresentar-se com valor maior que 1,5 centímetros.

O parâmetro GpsHrms refere-se ao erro horizontal de posicionamento, no momento de gravação da informação. O erro vertical é aproximadamente 1,5 vezes o erro horizontal e é desejável que não seja superior a 2,5.

A última etapa do pré-processamento dos dados foi a filtragem do parâmetro elevação. Essa filtragem foi realizada conforme metodologia descrita por Maldaner et al. (2022), utilizando a mediana para classificar um ponto dentro do banco de dados. A mediana foi tomada como parâmetro estatístico principal, e cada ponto medido terá sua filtragem avaliada pela discrepância em relação aos demais, em um raio de 5 metros. Essa filtragem foi realizada utilizando o software Mapfilter (MOLIN et al., 2019).

Finalizado o pré-processamento dos dados coletados pelo veículo automotivo equipado com RTK, esses foram então interpolados utilizando o software Quantum GIS®, para a geração do MDE e posteriormente o projeto de suavização.

3.4 Avaliação da similaridade entre os MDEs gerados

Para comparação dos MDEs obtidos, pelas diferentes metodologias, inicialmente foi gerada uma malha densa de pontos espaçados por 5 metros, utilizando o software Quantum GIS®. Através dessa camada de pontos foi possível extrair a informação de elevação de cada MDT, gerando uma camada/coluna para cada metodologia de levantamento dos dados. Com isso, foi realizada análise de estatística descritiva dos dados, representando-os por meio de gráfico boxplot. Para tanto, criou-se duas variáveis resposta para comparação: elevação (metros acima do nível médios dos mares) e declividade (representada em %). Os dados de elevação foram submetidos a uma análise de correlação de Pearson, utilizando o software R (R Core Team, 2023).

Ainda, realizou-se uma análise de subtração das elevações geradas por cada metodologia, adotando como aceitáveis diferenças de até 10 centímetros (para mais ou para menos). Com isso, gerou-se um mapa de pontos com coloração verde, para as diferenças aceitáveis, e coloração vermelha para as diferenças não-aceitáveis.

A extração das curvas de nível, a partir de cada MDE gerado, se deu diretamente pelo software Quantum GIS®, sendo outro parâmetro de avaliação da similaridade entre as metodologias. As curvas de nível extraídas de cada MDE não foram suavizadas, procedimento usual que retira ângulos muito agudos e impossíveis de serem executados no campo. A partir das curvas extraídas obtive as seguintes variáveis resposta: número total de curvas, comprimento total das curvas (metros), comprimento médio de curvas (metros), mediana e desvio padrão do comprimento médio das curvas (metros), comprimento mínimo (metros) e comprimento máximo (metros), para comparação. Não se utilizou de nenhum teste estatístico para diferenciação das variáveis resposta obtidas em cada metodologia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os três sistemas (PC, PPK e RTK) mostram uma elevação mínima muito próxima (~98m), indicando uma consistência entre os sistemas. A elevação máxima varia um pouco mais, sendo o PC o sistema que registrou a maior elevação (103,13m) e o RTK o menor (102,71m). Em termos de distribuição dos dados (com base nos quartis), todos os sistemas apresentam medições muito semelhantes, sugerindo que eles são, em grande parte, consistentes entre si para a medição da elevação.

Os dados mínimos mostram que o PC registrou a menor declividade (0,01838%), enquanto o RTK registrou a maior (0,04142%). De forma semelhante, na declividade máxima, o PC também registrou a menor, e o PPK a maior, em termos de distribuição dos dados, novamente todos os sistemas apresentam dados muito próximos. Em um resumo geral, esta análise indica que há uma consistência relativamente alta entre as diferentes plataformas de aquisição de dados em termos de elevação e declividade do terreno. No entanto, existem algumas diferenças, principalmente em termos de declividade máxima e mínima, que podem impactar dependendo do nível de precisão exigido para o projeto. Portanto, a escolha da plataforma pode variar dependendo do objetivo e critérios específicos.

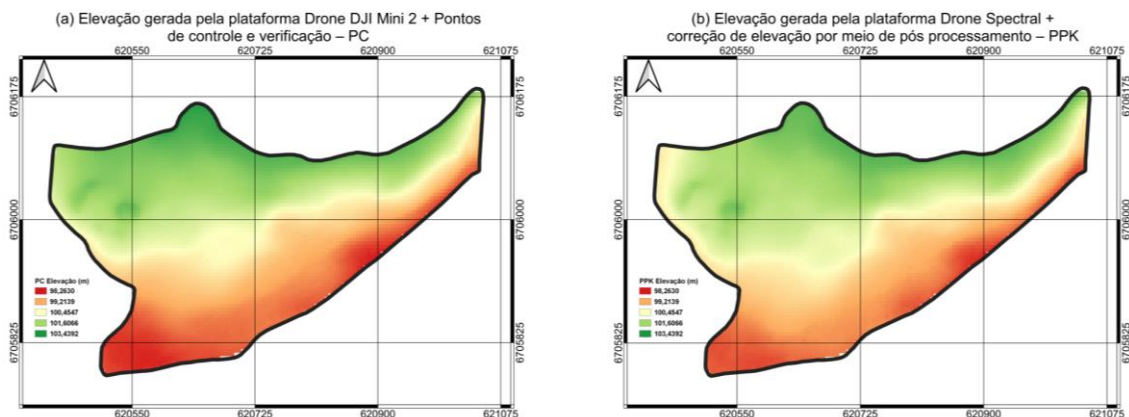
Tabela 1. Descrição dos dados coletados por cada plataforma de aquisição utilizada.

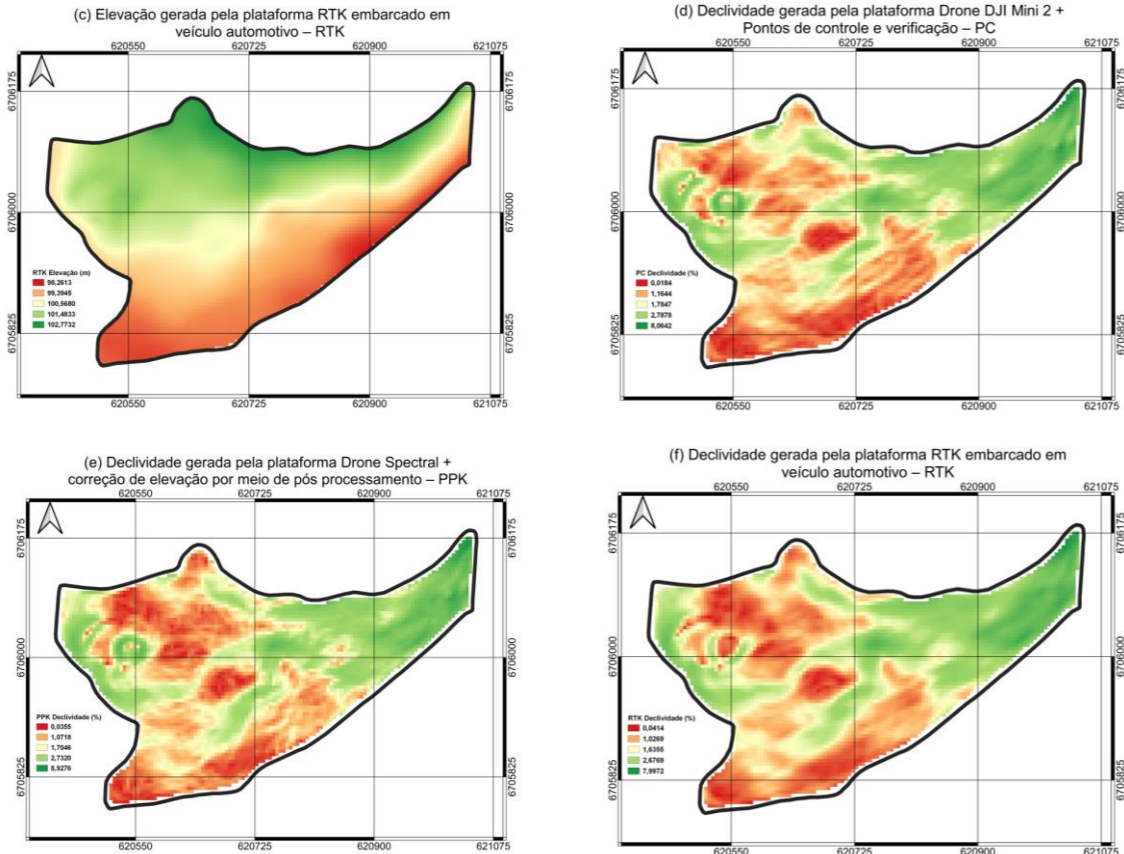
	Elevação do Terreno (m)			Declividade do Terreno (%)		
	PC	PPK	RTK	PC	PPK	RTK
Mínimo	98,32	98,43	98,34	0,01838	0,03545	0,04142
1º Quartil	99,29	99,5	99,46	1,16539	1,07214	1,0281
Mediana	100,47	100,64	100,59	1,7846	1,70477	1,63598
Média	100,46	100,52	100,49	2,11346	2,05827	2,00987
3º Quartil	101,56	101,45	101,45	2,78787	2,73224	2,67714
Máximo	103,13	102,61	102,71	8,06497	8,92853	7,99803

*PC = coleta de dados utilizando drone marca modelo DJI Mini 2 com pontos de controle e verificação no terreno; PPK = coletada de dados utilizando drone marca modelo Nuvem Spectral com correção de elevação por meio de pós processamento; RTK = coletada de dados utilizando sistema RTK embarcado em veículo automotivo.

As figuras a seguir, mostram a representação gráfica relacionando entre si, a elevação gerada por cada método e a declividade do terreno em cada uma das análises, as similaridades entre cada método de coleta dos dados para a confecção dos MDT's do terreno, sendo que é visível à similaridade entre alguns métodos e a divergência entre outros, como mostra a (figura 7).

Figura 7. Representação gráfica dos mapas de elevação (m) e declividade (%) gerados por cada uma das plataformas de aquisição de dados utilizadas.





Fonte: Autor (2023).

As imagens (7a), (7b) e (7c) são as imagens do terreno geradas a partir dos dados de elevação do drone DJI-mini e pontos de controle, do Drone Spectral e PPK e dos dados RTK embarcado em veículo terrestre, onde há uma semelhança significativa quando analisam-se as imagens geradas entre o método PPK e RTK pois a altimetria é mostrada com uma elevada semelhança entre os dois métodos, observa-se que em mínimas partes do mapa há algumas diferenças. Já no método DJI-mini e PC, há uma maior diferença quando processados os dados, efeito esperado nesse método pois a precisão do controle na obtenção desses dados é inferir quando comparado aos demais, dessa forma há uma similaridade visível entre as metodologias RTK e PPK, quando há uma dissimilaridade desses dois e o método DJI-mini e PC.

As imagens (7d), (7e) e (7f) representam os mapas de declividade da área, essa metodologia foi inserida no projeto, pois alturas de pesquisas são diferentes entre drone e o RTK, o drone PPK utiliza a altura horto métrica e o RTK a altura geométrica. Assim, obteve-se do terreno para cada uma das metodologias aplicadas os mapas de declividade, observou-se que há uma semelhança entre os mapas, onde

ainda é notada, que apesar das diferentes elevações, o mapa pode mostrar que a diferença de declividade age como uma ferramenta de tomada de decisão para a confecção das curvas de nível, e onde destacam-se as maiores diferenças entre o RTK, PPK e o DJI-mini, são nos pontos onde tem uma maior declividade.

Figura 8. Correlação Linear de Pearson entre os modelos gerados pelas diferentes plataformas de aquisição de dados.



Fonte: Autor (2023).

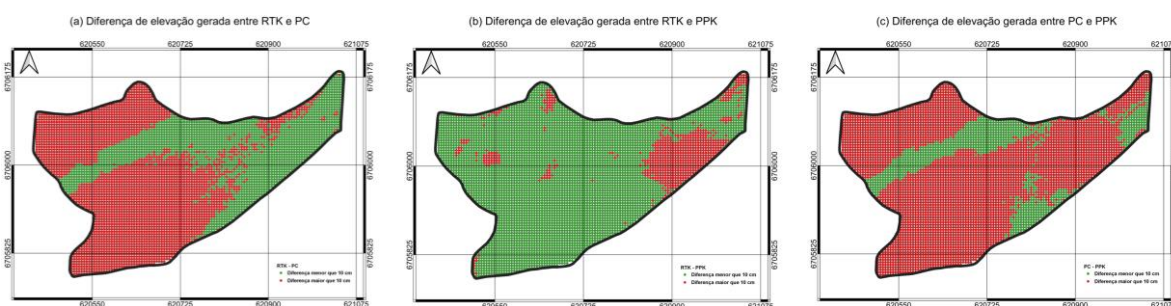
A (figura 8), mostra como a correlação linear entre a declividade e a elevação entre as metodologias, havendo uma forte correlação entre os métodos do RTK e o PPK, pois quase não há variação nas variáveis elevação avaliada nesses dois métodos, da mesma forma avaliada o método do PC comportou-se de forma menos semelhante, onde nesse método os valores ficaram mais afastados dos outros dois, porém, sem uma diferença significativa, ou seja, quando um tem uma variação esse mesmo método tem o mesmo comportamento, evidenciando uma igualdade no processamento dos dados para um mesmo fim.

O mesmo ocorre quando são comparados os dados de declividade, os comportamentos são semelhantes, e são mais fortes correlacionados nos métodos RTK e PPK, e da mesma forma como na elevação o método PC, torna-se um pouco mais distante dos valores dos outros dois, porém com um mesmo comportamento.

A distribuição de pontos com diferença de elevação entre os modelos gerados por diferentes plataformas refere-se à maneira como as altitudes ou elevações dos

pontos nos três conjuntos de dados variam entre si. A análise é focada em entender como as elevações dos pontos coletados por duas plataformas diferentes se comparam, destacando aqueles cuja diferença é maior ou menor que 10 centímetros, essa medida foi tomada como parâmetro, pois quando aplicado a metodologia para a confecção de curvas de nível, a altura da curva em relação ao solo mantém-se em torno de 12 centímetros, ou seja, dentro da margem de altura onde os dados foram comparados entre uma metodologia e outra, esta abordagem permite uma compreensão mais detalhada da concordância ou discordância nas elevações dos pontos coletados por diferentes plataformas, sendo particularmente relevante em contextos como levantamentos topográficos, modelagem digital de terreno, ou em projetos que envolvam dados de elevação para análise ou visualização, como é ilustrado na (figura 9).

Figura 9. Representação da distribuição de pontos com diferença de elevação maior ou menor que 10 centímetros entre os modelos gerados por cada plataforma de aquisição.



Fonte: Autor (2023).

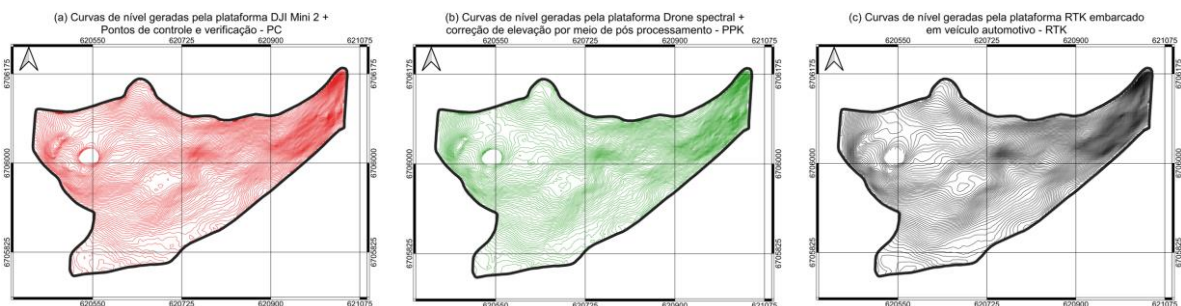
É observado na figura (9a), a correlação entre os dados do RTK e PC, onde há entre os pontos as diferenças de alturas até 10 centímetros, o que se pode dizer que onde há uma maior declividade, há uma menor variação nesse número de pontos fora dessa medida, e quando há uma menor declividade há um aumento de diferença entre esses pontos, e os pontos de apoio relativos vistos em cada tipo de coleta. Na figura (9b), foram avaliadas as correlações entre o RTK e o PPK, nesse caso, a similaridade entre os dois métodos, foi visivelmente mostrada, pois se trata de uma metodologia bem mais idêntica entre as coletas das amostras, já esperado esse resultado partindo do princípio que os métodos são muito mais próximos que o ponto de controle. Na figura (9c), foi onde ocorreu a maior discrepância entre os resultados, nesse caso, as

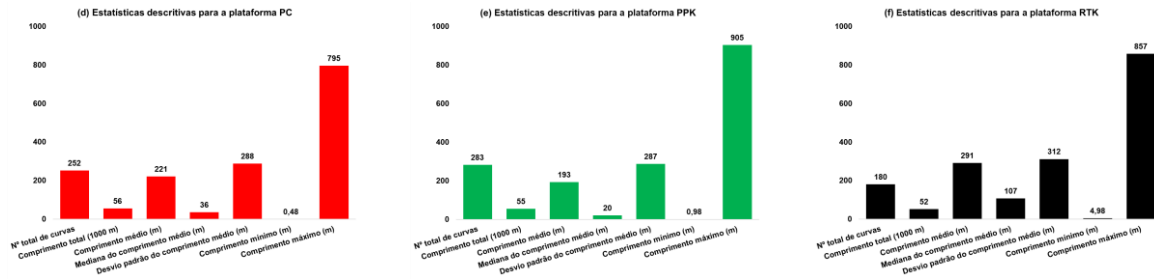
amostras foram coletadas de duas formas bem distintas entre si, tornando esse resultado também esperado, onde ainda se tratavam de pontos de apoios diferentes e com uma metodologia específica para cada caso, além do PPK manter uma correção GNSS em tempo integral, ainda havia o ponto PPK que deu uma maior exatidão na alocação dos dados coletados no solo, assim, visivelmente é a comparação com uma maior diferenças entres os dados da coleta.

A avaliação das curvas de nível geradas para diferentes metodologias de aquisição de dados coletados, pode ser crucial para garantir a precisão e a confiabilidade dos modelos do terreno ou superfícies representadas, as curvas de níveis foram geradas com uma equidistância em desnível entre si de 0,05 metros, ou seja, 5 centímetros de desnível, é um valor relativamente bem baixo, levando em consideração o desnível do terreno, essas curvas após criadas em cima de cada MDT, tiveram o seu comportamento de caminho de nível muito parecidos, pois apesar das peculiaridades de cada método, o nível do terreno é sempre mantido em toda a sua extensão, tornando a execução final, uma semelhança visível no caminho tomado pelas curvas, conforme a ilustração da (figura 10).

No processo de elaboração das curvas para cada método, foram mantidos os mesmos parâmetros para que os resultados fossem o mais próximo possível da realidade, tendo em vista a importância de curvas bem alocadas no terreno quando se trata da lavoura de arroz. Ainda foram gerados os gráficos com os dados descritivos dos seguintes parâmetros: número total de curvas geradas, comprimento total por 1000 metros, comprimento médio, mediana do comprimento médio, desvio padrão do comprimento médio, comprimento mínimo e comprimento máximo, mostrados na (figura 10).

Figura 10. Análise descritiva das curvas de nível geradas a partir de cada plataforma de aquisição de dados.





Fonte: Autor (2023).

É observado, na figura (10a), as curvas geradas pelos dados obtidos pelo Drone DJI Mini 2 + PC, essas curvas são as que apresentara uma maior distinção entres as outras duas, esse resultado também já esperado pois traz a mesma tratativa com os dados obtidos, essas diferenças, também foram avaliadas graficamente, que se concretiza as observações anteriores que esse método traga a maior diferença para com as demais. A figura (10b) mostra as curvas geradas pelo Drone Spectral + o PPK, suas maiores semelhanças são com as curvas geradas pelo RTK, mostradas na figura (10c), resultado também previsto, pois esses dados tiveram se comportado de uma forma semelhante em todos os desenvolvimentos do projeto, os gráficos também mostram a coesão das semelhanças, onde levam essas igualdades em praticamente todos os dados de estudo e pesquisa.

5 CONCLUSÃO

A conclusão desse trabalho traz com ele o pioneirismo entre as análises realizadas, a observação entre as metodologias deixa caracterizado que em ambas houveram sucesso, ou seja, apesar das diferenças ente as plataformas, todas elas trouxeram a eficácia do resultado final, que é a confecção das curvas de nível para a lavoura de arroz, cada uma das plataformas com suas limitações e peculiaridade, porem quando se trata do resultado final, todas geraram suas curvas com uma similaridade aceitável.

No que diz respeito à uma indicação de qual o melhor método, o RTK e o PPK se mostraram muito eficientes e com uma maior praticidade no tratamento de dados, sendo eles os mais recomendados. Para o PC seria interessante que seu uso fosse aplicado para trabalhos de menor necessidade de precisão e extensões de áreas menores, tendo em vista sua autonomia e durabilidade de baterias, no entanto não descartado como um método rápido prático e de fácil aquisição.

Os componentes para o método RTK, são bem onerosos e demanda de um equipamento e um operador para a realização do trabalho, o método PPK tem um elevado custo, porém inibe a presença de um equipamento e de um operador, salientando ainda a agilidade do método, rapidez e economia tanto de combustível quanto de tempo. O método PC exige bem menos valor investido, porém vai trazer um modo bem mais trabalhoso para o tratamento desses dados, demandando de um tempo maior e com mais cautela, pois se trata de um processo bem manual para o resultado final.

Para os demais que ficam com interesse nessa pesquisa e aprofundar os estudos das metodologias, a sugestão é que se possa realizar tanto a pesquisa terrestre e os voos com os drones em uma mesma condição climática e em um mesmo período de tempo, não deixando com que as intempéries de tempo e clima interfiram nas coletas, outro fato importante é a vegetação do local de pesquisa, essa por sua vez, pode ocasionar um erro que não se espera para os dados a serem tratados.

REFERÊNCIAS

BUENO, Marcos Valle. Uso de ferramentas de geotecnologias para a simulação do manejo da água em terras baixas. 2018.

BRUTTI, Marcelino André et al. Utilização do sistema John Deere-Surface Water PRO e CR-Campeiro 7 para obtenção de dados Altimétricos para o manejo do arroz irrigado (*Oryza Sativa*). 2014.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Arroz – Brasil**. Série Histórica de áreas, produtividade e produção. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acesso em 9 jan. 2023.

CHIACCHIO, S.S.R.; TEXEIRA, B.E.; TECH, A.R.B. Vant: um estudo sobre a utilização de veículo aéreo não tripulado na agricultura de precisão. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 01, Ed.01, v.12, p.79- 89, 2016.

EMBRAPA. Plantas daninhas. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/tema-plantas-daninhas/sobre-o-tema>>. Acesso em 18 jan. 2023.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT: Crops and livestock products. 2020. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>>. Acesso em 15 jan. 2023.

Hamann, Pedro Olea, Et al. Viabilidade operacional e econômica da utilização de VANTs e ferramentas digitais para a demarcação de taipas em lavourade arroz irrigado / Pedro Olea Hamann. 65 p. Ano 2023.

IRGA - INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. (setembro de 2021). Boletim de resultados da safra 2020/21 em terra baixas: arroz irrigado em soja. Boletim de resultados, p.1-20.

MALDANER, L. F.; MOLIN, J. P.; SPEKKEN, M. Methodology to filter out outliers in high spatial density data to improve maps reliability. **Scientia Agricola**, v. 79, n. 1, e20200178, 2022.

MOLIN, J. P.; AMARAL, L. R. ; COLACO, A. F. Agricultura de precisão. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 238p.

MOLIN, J. P.; SPEKKEN, M; MALDANER, L. F. MAPFILTER 2.0. 2019. Patente: Programa de Computador. Número do registro: BR512019002014-6, data de 21/08/2022.

PARFITT, José Maria Barbat et al. Avanços tecnológicos no manejo do solo e da água visando o cultivo de soja em rotação ao arroz irrigado, 2015.

Ramos, M. D. P. (2015). Análise das possibilidades de transformação de referencial e atualização de coordenadas no PPP.

SEMANA ACADÊMICA REVISTA CIENTÍFICA

JÚNIOR, Dionísio Costa Cruz. Avaliação da acurácia da técnica de posicionamento gnss ppp-rtk com o uso do serviço de correção trimble centerpoint rtx. Ed 233. V.11. Ano 2023.

SOSBAI - SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO. Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. 2018. Disponível em: <<https://www.sosbai.com.br>>. Acesso em 18 jan. 2023.