

COMPARATIVO DE IMAGENS TOPOGRÁFICAS COM PROJETO EM GUARAPUAVA POR MEIO DE ESTAÇÃO TOTAL, RTK E RPAS

LIMA, Hykerson Kraus¹

FRANQUETO, Rafaela²

RESUMO

O presente trabalho de conclusão do Curso de Engenharia Agrônômica apresentado para a disciplina do 10º Período do Centro Universitário Campo Real, teve como objetivo realizar o mapeamento da área quadrática, a qual está situado o Colégio Lobo, contornando toda a área, presente no local determinado no Centro da cidade de Guarapuava no Estado do Paraná, visando um comparativo associado a três métodos de Georreferenciamento, no qual foi possível um maior aprendizado do acadêmico, relacionado a prática dos métodos utilizados, baseados no uso da Estação Total, imagens através do drone, e a coleta dos pontos com a Estação RTK, auxiliado, dessa maneira pelo supervisor de estágio Engenheiro Ambiental e Agrimensor Danilo Menão Glinski. Com os pontos coletados e descarregados no software do computador, foi realizado a confecção dos mapas, para os quais estavam sendo requisitados, comparando dessa maneira, as peculiaridades presentes em cada tipo de método empregado durante o trabalho.

Palavras-chave: Precisão, tempo de serviço, custo benefício

ABSTRACT

The present work of completion of the Course of Agronomic Engineering presented for the discipline of the 10th Period of the Campo Real University Center, aimed to perform the mapping of the quadratic area, which is located the Kids College, bypassing the entire area, present in the place determined in the city center of Guarapuava in the State of Paraná, aiming at a comparative associated with three methods of Georeferencing, in which it was possible a greater learning of the academic, related to the practice of the methods used, based on the use of the Total Station, images through the drone, and the collection of points with the RTK Station, assisted, thus, by the internship supervisor Environmental Engineer and Surveyor Danilo Menão Glinski. With the points collected and downloaded in the computer software, the maps were made, for which they were being requested, comparing in this way the peculiarities present in each type of method employed during the work.

Keywords: Accuracy, service time, cost benefit

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Campo Real, Guarapuava -PR, Brasil (eng-hykersonlima@camporeal.edu.br)

² Docente orientadora do curso de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Campo Real, Guarapuava – PR, Brasil (prof-rafaelafranqueto@camporeal.edu.br)

1. INTRODUÇÃO

A topografia é um ramo da ciência que estuda os diferentes métodos e conceitos relacionados aos sistemas de geoprocessamento, com o objetivo de determinar o tamanho, dimensão e posição relativa de um local.

Os métodos empregados nesse conceito, podem ser utilizados em vários lugares, de acordo com a necessidade ao projeto para o qual está sendo feito, desde lugares mais comuns como, lavouras, cidades, e até mesmo lugares mais inóspitos como vales e montanhas.

Dessa forma, a empregabilidade da topografia abrange muitas áreas de atuação, considerando áreas de Engenharia, como a Engenharia Agrônômica Engenharia Civil, Engenharia Elétrica, dentre outras.

De acordo com o material didático, o qual é possível encontrar no site Portal Agrimensura, a importância da Topografia se deve ao fator de ser a base para qualquer projeto e obra realizada por um especialista da área.

Segundo o Museu da Topografia (2019), há relatos de que o conceito básico vem sendo utilizado desde as épocas dos babilônios, egípcios, gregos e romanos, os quais realizam demarcações de posição em seu domínio. Apesar de serem equipamentos rudimentares, eram utilizados para descrever, delimitar e avaliar propriedades tanto urbanas, quanto rurais.

A partir desses métodos rudimentares, foram obtidos dados, os quais possibilitaram a elaboração das primeiras cartas e plantas. Com isso, por volta de 2500 anos a.C., foi criado o primeiro mapa, conhecido como mapa de GA-SUR.

De acordo com DANTAS et al. (2017), alguns erros durante o processamento de geoprocessamento nos métodos realizados relacionado a topografia, sendo definidos como erros grosseiros, os quais são causados por engano na medição, uma leitura errada nos instrumentos. Outro tipo é um erro sistemático, o qual é aquele cuja magnitude e um sinal algébrico podem ser determinantes, em relação as expressões matemáticas ou físicas.

A estação total é um dos equipamentos mais utilizados no meio da topografia, o qual é considerado um avanço do teodolito eletrônico, distanciômetro, o nível óptico, dessa maneira juntando os três em apenas um aparelho. O objetivo do aparelho é basicamente atingir uma precisão com alto rendimento e baixo custo, assim, propondo o emprego de nivelamento trigonométrico juntamente com a minimização dos efeitos causados pelas principais fontes de erros (GOMES et al. 2007).

Segundo JERONYMO (2015), a estação total surgiu em meados de 1970 com o nome original de taqueômetro eletrônico e posteriormente alterado para estação

total, pela empresa Hewlett-Packard, tornando-se popular nos levantamentos topográficos desde então.

A aplicação e uso de imagens tanto para atualização cadastral, como para alteração de imóveis urbanos vêm sendo realizada desde a década de 90, com o surgimento de imagens orbitais e de resolução espacial. Contudo, a precisão dessas imagens não era das melhores, não diminuindo assim de 0,30 m, o qual não era suficiente para a identificação dos imóveis. Dessa maneira, o uso de sistemas de aviação remotamente pilotados (RPAS), conhecidos como drones, tornou-se uma alternativa benéfica para o sensoriamento remoto (ARANTES et al. 2018).

Segundo ARANTES et al. (2018) os RPAS permitem imagens com resoluções iguais ou até mesmo superiores a equipamentos utilizados em aeronaves tripuladas. No entanto, isso dependerá de alguns fatores a serem considerados, tais como a qualidade da câmera, para a qual, dependerá da necessidade do trabalho a ser realizado, a calibração correta da câmera, o número de pontos a serem coletados na área, no qual determinará o número de fotos a serem retiradas e a escolha do *software* para o processamento das imagens.

No requisito de qualidade de câmera, a sua funcionalidade irá depender se o serviço é de uma área grande, pequena, se é necessária uma precisão maior, para o qual nesse caso, é imprescindível a utilização de câmeras de alta qualidade, exigindo, assim, um maior, gasto financeiro, considerando que atualmente, existem drones com valores que passam de R\$ 50.000,00. Em alguns casos, nos quais a exigência não dependerá de alta qualidade, ou apenas para uso de lazer, o custo para a aquisição de um RPAS pode variar de 3 mil até 10 mil reais

O equipamento conhecido como estação de RTK é um dos métodos mais eficientes atualmente utilizados na agricultura moderna, o qual o seu conceito pode ser visado através da agricultura de precisão. Entretanto, a utilização desse equipamento moderno abrange vários outros setores baseados em serviços de topografia, tais como aplicação de defensivos agrícolas com taxa variável, licenciamento urbano e rural, mapeamento de propriedades rurais entre outros.

Todo o Sistema de Posicionamento Global por Satélite baseia-se em medir o tempo necessário que o sinal é direcionado de um satélite para o receptor (Base), como é possível observar na Figura 2, determinando dessa forma o seu posicionamento. No entanto, a distância de um satélite que orbitam a Terra em relação a superfície é de 20 mil km, causando assim, algumas interferências de sinais que são coletados a partir da base do equipamento, tais como a presença de nuvens, um céu presente em um dia nublado, dificultando dessa maneira, a captação do sinal (SANTIAGO GEOTECNOLOGIAS, 2019).

A utilização do RTK amplia as possibilidades de tecnologia de navegação através dos satélites, diminuindo assim em alguns milímetros a margem de erro do GPS. Com isso, obtém-se coordenadas em tempo real, dispensando dessa forma a necessidade do pós processamento dos dados, os quais eram realizados em instrumentos óticos como a estação total (GEO SENSORI, 2019).

A partir dos conceitos de topografia adquiridos durante o período, foi realizado o presente trabalho, com o objetivo de realizar o comparativo dos três métodos de medição sendo eles baseados nos equipamentos de estação total, drone e RTK, a fim de determinar a área total da quadra do Colégio Lobo, presente no centro de Guarapuava.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização do trabalho

O presente trabalho foi realizado entre o período de maio e junho de 2022, na rua Doutor Laranjeiras 916 no centro da cidade de Guarapuava, com as coordenadas $25^{\circ}23'33.42''S$ $51^{\circ}28'12.66''O$, o qual foi supervisionado e auxiliado pelo Engenheiro Ambiental e Agrimensor.

2.2 Métodos de medição utilizados

2.2.1 Estação Total

No primeiro dia de trabalho, foi determinado qual seria a área a ser trabalhada durante os processos que foram requisitados para a execução do serviço. Dessa maneira, foi escolhido a quadra que está ao redor do antigo Colégio Lobo Kids, levando em consideração a área presente até a esquina da Rua Guaíra 3401.

No primeiro passo para a medição da área, foram fixados 4 pregos em cada extremidade da área, apresentado como ponto de referência o enquadramento da área. Sendo assim, foi realizado a instalação do equipamento do primeiro método a ser utilizado para a medição topográfica, o qual foi determinado pelo Engenheiro sendo a estação total.

Para isso, primeiramente foi fixado um tripé de apoio para o equipamento, nivelado ao ponto de não ocorrer erros durante o processo de medição. O nivelamento do equipamento foi realizado com o auxílio da bússola presente na estação total, além do ponto de referência fixado no chão, iluminado com um laser vermelho, para auxiliar na fixação do ponto.

O modelo de equipamento topográfico utilizado para o trabalho foi o Trimble C5 HP, A altura do equipamento foi encontrada, obtendo-se, assim 1,56 m do chão até a lente da estação.

Após o nivelamento da estação total, foi necessário determinar o ponto de partida para a determinada medição, que foi chamado de ponto 0. Sendo assim, foi encontrado primeiramente, o Norte do ponto, que está sendo referenciado por meio de coordenadas geográficas, $0^{\circ} 0' 0''$. Sendo assim, utilizando o bastão com o prisma fixado na ponta, foi deslocado para o segundo ponto da quadra, o qual seria chamado de vante 1.

Com a determinação do Norte do ponto e a fixação do prisma no ponto seguinte, foi feito o giro do equipamento em sentido horário, até encontrar a lente do bastão que estava sendo segurado pelo acadêmico, mantendo sempre nivelado para obter uma maior precisão, dessa maneira encontrando a vante do ponto.

Após a gravação do ponto inicial, salvo na memória da estação para depois ser descarregado no software do Geoffice, foi realizado o deslocamento do equipamento até o segundo ponto, dessa forma, realizando seu nivelamento da mesma forma que o primeiro ponto.

Com o nivelamento do segundo ponto, foi realizado o deslocamento com o bastão para o ponto inicial, para a captação e confirmação do exato ponto, o qual estava instalado, dessa vez, considerando como ponto de referência o vante 1.

Sendo gravado dessa forma, o ponto de referência relacionado ao ponto 0, foi realizado o deslocamento do prisma para encontrar o terceiro ponto, determinado como vante 2, o qual estava localizado na esquina da Rua Guaíra, anexado em frente à loja Mini Preço.

Com a fixação e nivelamento do prisma no ponto, foi feito o giro da lente do equipamento até o local onde estava fixado, sempre mantendo o mais nivelado possível, evitando realizar movimentos bruscos para não comprometer o foco.

Nesse caso, como havia um certo declive, juntamente com os obstáculos presentes no local como banners de lojas, carros que estavam estacionados, além de postes de luz, foi necessário aumentar a altura do bastão para que fosse possível a visualização através do equipamento, a partir do vante 1. Com isso, a altura do prisma passou de 1,80 m que era de início para 2,65 m. Entretanto, como esse trabalho, se tratava apenas de um serviço planimétrico, a altura não foi influenciada, apenas para questão de visualização.

Da mesma forma os quais foram gravados os pontos 0 e 1, foi feito o deslocamento do equipamento até a marcação do terceiro ponto, chamado de vante 2. Com isso, foi feito o retorno do prisma para o vante 1, para verificar se a distância horizontal está correta.

Após a verificação do ponto, foi realizado o deslocamento do prisma, assim como o seu nivelamento no próximo ponto a ser coletado, o qual estava localizado na

rua Presidente Getúlio Vargas em frente ao Hotel Kuster. Nesse caso, não havia situação de declive, entretanto, haviam outros obstáculos no caminho do equipamento, sendo assim, a altura do equipamento foi mantida em 2,65 m.

Com a gravação do ponto 2, foi deslocado a estação total até o quarto ponto, conhecido como vante 3, o qual foi feito o nivelamento com o prisma no ponto anterior. Da mesma maneira, foi fixado o bastão com o prisma no terceiro ponto, verificando a distância horizontal, se certificando da precisão do ponto.

Com a coleta do terceiro ponto foi realizado a coleta do ponto inicial, sendo enquadrado com o ponto 3, fechando dessa forma, os pontos de cada uma das extremidades da quadra. Para isso, foram feitos os mesmos procedimentos dos pontos anteriores, sendo feito a gravação com o prisma fixado no ponto à frente do equipamento e posteriormente deslocando o mesmo até o ponto, o qual estava fixado.

Com o mapeamento, relacionado as extremidades da quadra finalizado, a próxima etapa foi realizar a coleta dos pontos de controle de toda a área. O objetivo dessa etapa foi coletar o máximo de pontos possíveis, pois com o descarregamento dos mesmos, seria feito o planejamento de voo com o drone para a captação das imagens.

Dessa forma, a estação foi estacionada no ponto de início do trabalho, fixando-a no ponto exato. Os pontos foram coletados a partir do prisma, sendo gravados no equipamento, e posteriormente descarregados no software.

Cada ponto específico era composto entre dobras de calçadas, tijolos que faziam curvas, bueiros que estavam presentes na rua, os cantos das rampas de acesso. Além disso, foram medidas as curvas que cada rua fazia, sendo coletados assim três pontos para cada uma.

Em alguns pontos específicos, não seria possível a visualização para a captação das imagens por meio do drone, como em locais que estavam cobertos por banners de loja e telhados, sendo assim, não foi necessário a coleta desses pontos, visando assim um menor gasto de tempo, assim como o sobrecarregamento do equipamento. A somatória total de pontos coletados entre as vantes e os pontos de controle foi de 490 pontos.

Após a finalização da coleta dos pontos através da estação total, foi encaminhado para o escritório do Engenheiro Ambiental, para o descarregamento do equipamento.

Para a confecção dos mapas necessários para o trabalho, foi utilizado o software de georreferenciamento Geoffice 2008, no qual foi criada uma caderneta geodésica, organizando dessa maneira, os pontos em forma de tabela, entre pontos de controle, vante 0 a vante 3, além do alinhamento predial. Sendo assim, foram

criados os mapas a partir do desenho poligonal com o auxílio de noções básicas do AutoCAD, pois os comandos do software exigem uma certa experiência no programa de desenho.

2.2.2 Drone

Com a confecção dos mapas por meio do Geoffice, a próxima etapa foi realizar o planejamento de voo com o drone, modelo, MavikAir 2, controlado por controle de joystick fixado com um aparelho celular para o auxílio no deslocamento até o início do voo, com o objetivo de captar imagens de alta qualidade para ser inserido posteriormente no projeto do Engenheiro Ambiental.

O voo do drone foi realizado no dia 07 de maio de 2022, durante o período da manhã, por motivo da incidência de luz solar, a qual poderia influenciar na imagem capturada pelo drone.

O ponto inicial de voo do drone foi planejado em relação ao primeiro ponto de coleta dos pontos através da estação total, tendo em vista que os pontos coletados pela mesma, serviram como base para o plano de voo do drone.

Dessa maneira, foi iniciado a captação das imagens, as quais foram tiradas 2 fotos a cada 5 m, tendo como precisão de 0,50 m, com altitude de 60 m, conforme era permitido na área. Durante a captação das imagens, foi necessário a troca das baterias do aparelho, tendo um tempo estimado de 10 minutos por bateria durante o trabalho.

Com a coleta das imagens por meio do drone, realizado pelo topógrafo contratado para o serviço, foi realizado o envio para a realização do mapa relacionado ao equipamento.

2.2.3 Estação RTK

O terceiro e último método utilizado para o presente trabalho, foi a partir do equipamento de RTK, o qual teve como objetivo coletar os pontos determinados no primeiro dia de trabalho, ou seja, as extremidades da área empregada.

Primeiramente, foi feito a fixação do equipamento no exato ponto de início onde estava localizado o prego que foi colocado no dia 02 de maio de 2022. Para isso, foi estacionado o tripé de apoio para a estação, realizando posteriormente o seu nivelamento, baseando-se na bússola presente no equipamento, sendo necessário deixar a bolha de água exatamente no meio da circunferência.

Logo após o nivelamento do tripé, foi colocado a base do equipamento, assim chamado, pois a partir dela foi feito a triangulação necessária para o trabalho.

Juntamente com a base, obteve-se um pequeno bastão de madeira, para auxiliar na fixação do equipamento ao tripé.

Com o equipamento devidamente nivelado, foi realizado a ligação da base com o rover do RTK. Para isso, primeiramente, foi fixado no bastão, o qual auxiliou na movimentação do equipamento, juntamente com o tripé para ser colocado no chão para a recepção do sinal, e a coleta, posteriormente.

Para o trabalho realizado na quadra do Colégio Carneiro foi necessário criar um novo trabalho topográfico, utilizando o aparelho coletor, o qual tem como objetivo realizar a coleta dos dados. Criando o novo trabalho, foi definido qual o modelo de equipamento que estava sendo utilizado, configurando assim, a base, conectando-a ao rover.

Para esse serviço, foi definido o nome do projeto a ser realizado, sendo definido como trabalho centro. Após a definição, foi verificado se os dados presentes na coletora como o fuso, tipo de coordenadas, para o qual estava sendo utilizado as coordenadas UTM.

Logo após a configuração do equipamento e definição do tipo de trabalho, foi realizado o deslocamento do rover, juntamente com a coletora para o primeiro ponto. Como a estação RTK é um equipamento de precisão, foram necessárias algumas precauções.

O sinal do equipamento é feito através de satélites, sendo assim, foi imprescindível que não fossem realizados movimentos bruscos, pois a captação do sinal podia ser interferida, tendo em vista que a cada segundo, a coletora captava cerca de 5 satélites. Sendo assim, qualquer movimento poderia interferir na precisão.

Outra situação foi a permanência do equipamento no local, considerando que para a triangulação dos satélites com a base, foi necessário o período de 3 horas. Sendo assim, foi necessário a permanência do acadêmico no local, para evitar a movimentação do equipamento, já que havia a presença de pedestres transitando no local.

Em alguns casos, o rover pode perder o sinal devido a alguns fatores como a declividade, na qual se estiver muito abaixo do equipamento, como ocorreu em um dos trabalhos realizados pelo estagiário, juntamente ao Engenheiro, na cidade de Cruz Machado, no Paraná, que a base foi estacionada em um local mais alto da área determinada, porém para o serviço foi solicitado o caminhamento na beirada do rio, e nesse caso não foi possível a conexão do rover com a base, devido a altura do equipamento, juntamente a presença de mata no local.

Considerando essas hipóteses foi realizado a coleta dos quatro pontos da área, sendo que em cada ponto, era necessário que o equipamento estivesse fixado, ou

seja, que esteja conectado a base. Com isso, foi realizado a coleta dos devidos pontos até o fechamento da área total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

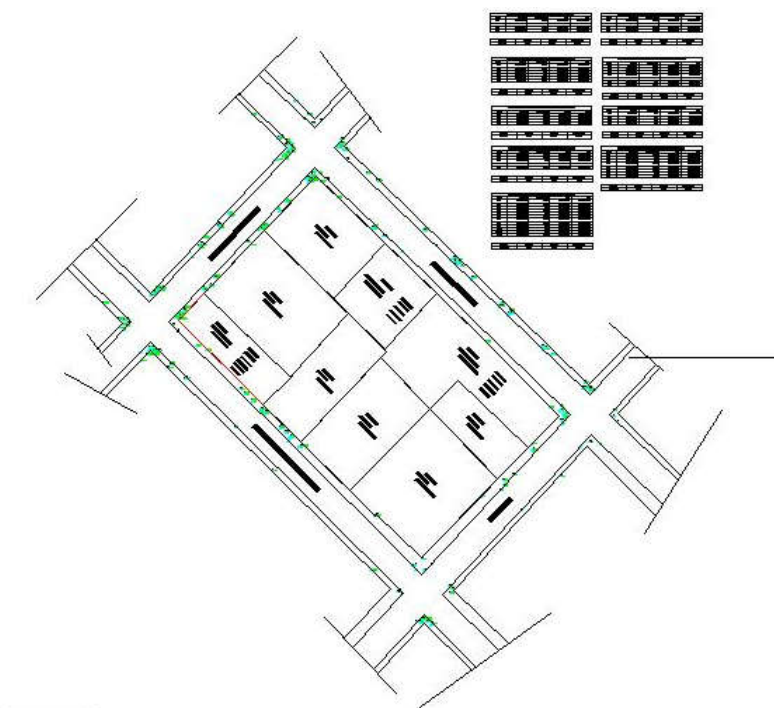
Para cada etapa, foi determinado uma certa quantidade de pontos, dessa maneira para a primeira etapa, a qual seria a coleta dos extremos da área, totalizando 4 pontos georreferenciados pelo equipamento, por meio do prisma utilizado para o trabalho, sendo subdivididos em 474 pontos coletados com a estação total, relacionado aos pontos de controle, alinhamento predial e pontos do meio fio.

Após todos os procedimentos necessários para a realização do trabalho, os dados obtidos foram descarregados no computador a partir dos equipamentos, para o qual foram utilizados.

3.1 Estação Total

A confecção do mapa referente ao aparelho da estação total, foi realizado com o auxílio do software Geoffice 2008, tendo como base a inserção dos polígonos designados a partir dos pontos coletados (Figura 1).

FIGURA 1 - Mapeamento realizado pela estação total



Para a confecção do mapa relacionado ao equipamento da estação total, foi necessário a utilização dos pontos referentes ao alinhamento predial, o qual tinha objetivo de coletar os pontos nas extremidades dos prédios que estavam localizados na área. Também foram utilizados os pontos de controle, para os quais foram coletadas todas as dobraduras de calçadas, bueiros e rampa de acesso. No caso dos pontos de controle, houve um maior número de pontos, devido ao dimensionamento da área.

3.1.1 Vantagem em relação a equipamentos inferiores como o nível óptico e teodolito

Uma das grandes vantagens da estação total é a melhora no tempo necessário para o processamento dos pontos a serem coletados, considerando que em caso de utilização do teodolito por exemplo, é necessário a realização de cálculos, determinando fios inferiores e superiores, visualizados dessa forma, na lente do equipamento. Além do tempo gasto ser bem maior, a sua facilidade em relação a mão de obra viabiliza a menor utilização de pessoas presentes durante o trabalho.

No caso do nível óptico, a vantagem está relacionada ao maior uso e aperfeiçoamento de utilização, tendo em vista que o nível óptico realiza apenas trabalhos de planimetria.

3.1.2 Desvantagens em relação a equipamentos superiores como o RTK

A grande desvantagem da estação total está relacionada ao tempo de trabalho gasto, o qual será definido dependendo da área a ser estudada e a necessidade para o qual foi solicitado o trabalho.

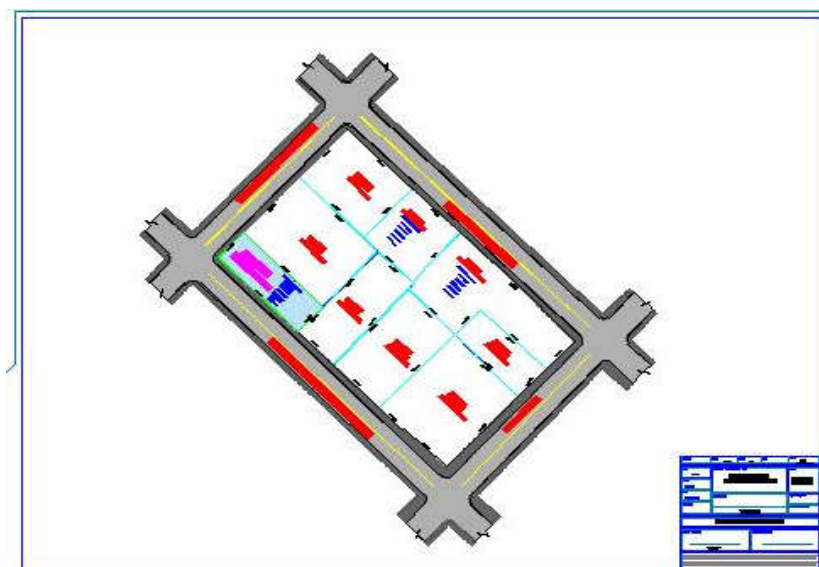
No caso da estação RTK, a qual tem como objetivo reduzir a mão de obra, na qual para a estação total são necessários pelo menos 2 a 3 pessoas para o trabalho, além do tempo de serviço, se torna dessa maneira, mais eficiente, considerando que é necessário apenas uma pessoa para o trabalho, além de não ser necessário a visualização em cada ponto coletado por meio de uma lente, diferente da estação total, que se necessita da visualização para a captação do ponto.

Além disso, a precisão do equipamento é considerada menor em relação ao RTK, tendo em vista que o mesmo é utilizado frequentemente na agricultura de precisão, instalado em equipamentos mais novos, como tratores e colheitadeiras, aumentando dessa forma, a viabilidade e qualidade do serviço.

3.2 Estação RTK

Para o mapeamento da área com o equipamento de precisão RTK, foram utilizados os quatro pontos coletados de cada extremidade do terreno, para os quais foi feito a sua coleta no dia 19 de maio de 2022, com isso obteve-se um mapa que engloba toda a dimensão da área quadrática (Figura 2).

FIGURA 2-Mapa realizado a partir dos pontos da estação RTK



FONTE: O Autor (2022)

3.2.1 Vantagens

Uma das grandes e principais vantagens desse equipamento é a performance relacionada ao serviço, considerando que em cada ponto coletado, é realizado a triangulação do equipamento, juntamente com a base, com 4 satélites, aumentando consideravelmente a precisão do ponto, alcançando erros de no máximo 5 cm.

Além da questão da precisão do aparelho em relação a estação total, outra vantagem é o tempo de serviço, considerando que em média dependendo do tamanho da área pode levar até no máximo um dia para ser feito. No caso da estação total, em casos de áreas grandes, o tempo necessário para a realização do serviço é maior, considerando entre 2 até 3 dias de trabalho.

Durante o trabalho realizado em Guarapuava, com o a estação total obteve-se o gasto de cerca de um dia inteiro para a coleta de todos os pontos. Para o RTK, foram necessárias apenas 3 horas de serviço, devido a apenas o tempo necessário para a triangulação dos satélites juntamente com a base.

3.2.2 Desvantagem

No caso do aparelho RTK, a única desvantagem da utilização do mesmo é o seu custo inicial para a aquisição, considerando que um aparelho contendo a base, o rover e a coletora, pode variar de R\$ 30 mil até R\$ 70.000,00, no qual dependerá da necessidade do produtor, quanto ao serviço (Tabela 1).

Se o produtor/agrônomo utiliza o meio de trabalho em áreas de lavouras, no qual o RTK seria imprescindível na agricultura de precisão acoplado dessa maneira nos implementos agrícolas, a aquisição deve ser com maior gasto, devido ao mínimo de erros durante o trabalho.

Tabela 1 - Custos de aquisição dos aparelhos topográficos de nível

Custos para equipamentos de topografia		
Aparelho	Custo	Tipo de serviço
Estação total com tripé, bastão e prisma	R\$ 22.000,00	Áreas de pequeno porte, licenciamento, cadastro rural
Estação RTK com base, rover e coletora	R\$ 65.000,00	Áreas de médio/grande porte, agricultura de precisão

FONTE: O Autor (2022)

No caso do agrônomo que realiza trabalhos de topografia, como mapeamentos rurais, cadastros de imóveis, licenciamento, para os quais a necessidade não é tão grande, o custo inicial pode ser menor. O aparelho utilizado durante o estágio teve-se um custo para aquisição de R\$ 60.000,00.

3.3 Drone

As imagens capturadas com auxílio do drone foram assimiladas e processadas para o computador, sem a necessidade do software Geoffice para o seu mapeamento (Figura 3).

FIGURA 3 - Mapeamento realizado pelo drone



FONTE: O Autor (2022)

3.3.1 Vantagens

Uma das grandes vantagens da utilização do drone para os serviços relacionados a topografia é a sua praticidade e facilidade no manuseio do equipamento, considerando que o mesmo é compacto, sendo de fácil transporte para a área determinada. Além disso, o preço para a aquisição do drone dependendo da necessidade do uso, pode ser de menor valor.

Entretanto, atualmente o uso do drone vem se diversificando cada vez mais, dessa maneira, a utilização vem abrangendo outras áreas como a aplicação de defensivos agrícolas, inclusive em áreas de difícil acesso, além disso utilizado em plantas de porte maior, no qual a pulverização se torna ineficaz, como em bananeiras, pomares, entre outros. Também pode ser utilizado para monitoramento de pragas e doenças, verificação da área cultivada, detecção fácil de manchas presentes nas lavouras, com as imagens aéreas, entre outras funções (REVISTA CULTIVAR, 2019).

Voos realizados por RPA em pomares de maçã de cultivar Gala e Fuji, ainda no início do desenvolvimento do fruto possibilitaram a identificação da doença mancha foliar de glomerella, também conhecida como mancha foliar da Gala ou antracnose. (REVISTA CULTIVAR, 2019).

3.3.2 Desvantagens

O problema a ser destacado para o equipamento é a sua precisão, considerando assim, que os trabalhos realizados com o drone estão voltados apenas em captação das imagens durante o serviço.

O custo para a aquisição do equipamento, se for necessário para trabalhos, nos quais exigem uma precisão maior, se tornará maior, devido a qualidade da câmera que está acoplada no drone, além da presença dos tanques para a pulverização (Tabela 2).

Tabela 2- Custo do drone relacionado ao tipo de serviço a ser prestado

Custo para aquisição do drone com base em trabalhos topográficos		
Modelo	Preço	Tipo de serviço
DJI Mavic Air 2 com câmera 4K	R\$ 7.000,00	Captação de imagens topográficas
DJI Mavic Mini Mg1p	R\$ 85.000,00	Aplicação de defensivos agrícolas

FONTE: O Autor (2022)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos presentes resultados obtidos por meio do trabalho foi possível observar a diferença significativa entre os três métodos de medição empregados, considerando desde a sua precisão, tempo de serviço e mão de obra utilizada.

Com o objetivo de precisão alcançada por meio de diminuição de erros, o aparelho que se obteve melhor desempenho foi a estação RTK, devido ao melhor posicionamento do equipamento no local, além do número de satélites, os quais foi realizado a triangulação, sendo dessa maneira importante para a realização do serviço.

Além disso, o equipamento obteve um melhor desempenho no quesito de tempo de serviço, tendo em vista que foi necessário apenas o período da tarde para se completar a área, para a qual no caso da estação total, foram necessários os dois turnos, sendo da manhã e tarde para a realização do trabalho.

Em relação ao convívio do acadêmico, foi de suma importância, pois agregou-se um grande conhecimento relacionado ao tema abordado, considerando que o mesmo pensa futuramente trabalhar na área de topografia, além de realizar uma pós graduação de Georreferenciamento.

5. AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, acima de tudo, por estar disponibilizando a oportunidade do estágio realizado, por estar presente na vida em todo momento.

Agradecer imensamente a minha mãe por sempre me apoiar, estando do meu lado nos momentos difíceis, apesar das dificuldades encontradas pelo caminho.

Um agradecimento especial aos professores da Instituição, principalmente a professora Rafaela Franqueto, por estar dispondo seu tempo juntamente ao acadêmico. Aos demais professores que acompanharam a trajetória desde o primeiro período do Curso, enfatizando sem exceção a todos, inclusive aos que não exercem mais na faculdade, sendo uma grande honra para o acadêmico ter sido aluno dos demais.

E por último, mas não menos importante ao Danilo, supervisor do estágio, o qual deu a oportunidade da realização do estágio, sendo de grande importância para o aprendizado, sendo compreensivo e tirando todas as dúvidas presentes.

6. REFERÊNCIAS

ARANTES, B. H. T.; ARANTES, L. T.; VENTURA, M. V. A.; COSTA, E. M., BESSA, M. M.; BALIZA, L. M.; MORAES, V. H.; Uso de drones na atualização de área construída de imóveis urbanos, **Revista Scientia Plena**, v. 14, n. 10, Instituto Federal Goiano, 2018

COMO FUNCIONA O SISTEMA RTK (REAL TIME KINEMATIC), Disponível em: <https://santiagocintra.com.br/blog/como-funciona-o-sistema-rtk-real-time-kinematic/> Acesso em: 29/08/2022

DANTAS, W., VEIGA, L. A. K., ZANETTI, M. A., FAGGION, P.L.; Fundamentos de Topografia, **Apostila topo UF PR**, 2017

GOMES, J. P.; VEIGA, L. A. K.; SANTOS, D. P.; FAGGION, P. L. Determinação de desníveis de precisão com nivelamento trigonométrico utilizando estação total, **Revista Boletim de Ciências Geodésicas**, v. 13, n. 1, pg 127-150, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007

HISTÓRICO DA TOPOGRAFIA. Disponível em: <http://igeo.ufrgs.br/museudetopografia/index.php/historico-da-topografia>, acesso em: 29/08/2022

JERONYMO, A. C.; PEREIRA, P. B. A.; Comparação de métodos de levantamento topográfico, utilizando escâner a laser, estação total e fotogrametria terrestre, **Material didático**, Universidade Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2015

RTK E SUAS APLICAÇÕES, Disponível em: <https://www.geosensori.com.br/2019/05/27/o-rtk-e-suas-aplicacoes/>, Acesso em: 29/08/2022

USO DE DRONES NA DETECÇÃO DE DOENÇAS NAS CULTURAS DA MAÇÃ E UVA, Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/uso-de-drones-na-deteccao-de-doenças-nas-culturas-da-maca-e-uva>, Acesso em: 29/08/2022