



## COMPARAÇÃO DE APLICATIVOS GNSS EM CÁLCULOS DE DISTÂNCIA

SILVA, Cheuslley Gustavo Crezi<sup>1</sup>  
FELIPE, Alexandre Luis Da Silva<sup>23</sup>

**RESUMO:** O georreferenciamento é essencial para o levantamento de áreas para produção agrícola ou para outros fins, saber realizar tal levantamento é muito importante, pois, se feito de forma errada, acarretará em erros de cálculos podendo prejudicar assim o profissional. Existem vários aparelhos destinados a tal processo, e com o avanço da tecnologia, foram criados aplicativos para auxílio dos profissionais. Mas, é necessário saber se os dados de tais aplicativos são realmente confiáveis e corretos. Neste trabalho, utilizou-se dois aplicativos GNSS selecionados de acordo com a nota dos usuários, que foram o Fields Area Measure e o Mobile Topographer PRO. As análises foram feitas em seis marcos que apresentaram diferentes distâncias no campus da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral (FAEF). Para o Mobile Topographer PRO os dados foram obtidos por quatro leituras do tipo absoluta em cada marco em diferentes tempos, 1 minuto, 2 minutos, 3 minutos, 4 minutos, 8 minutos e 16 minutos, e para o Fields Area Measure as medidas foram feitas por caminhamento, com quatro repetições. Os aplicativos apresentaram diversos resultados, seus dados chegaram próximos dos valores reais, que foram mensurados com o auxílio de uma trena, outros autores chegaram aos mesmos resultados, também apresentando diversos erros durante a análise. O Mobile Topographer PRO apresentou resultados melhores, mas ainda com erros que chegam a até 3 metros, isso pode comprometer muito o levantamento, os valores de RMQ determinaram que o aplicativo que se saiu melhor foi o Mobile Topographer PRO, em um tempo de estacionamento de 8 minutos. É possível concluir que são necessários mais estudos em relação ao uso de aplicativos no georreferenciamento, para que assim sejam aperfeiçoados, e suas informações poderem ser mais confiáveis.

**Palavras-chave:** Georreferenciamento, GPS, Levantamento, Topografia

**ABSTRACT:** Georeferencing is essential for the survey of areas for agricultural production or for others, knowing how to carry out such a survey is very important, because if done in a wrong way, it will lead to errors in calculations and can thus harm the professional. There are several devices designed for such a process, and with the advancement of technology, applications have been created to aid the professionals. But, it is necessary to know if the data of such applications are really reliable and correct. In this work, two GNSS applications were selected according to the users' note, which were the Fields Area Measure and the Mobile Topographer PRO. The analyzes were made in six landmarks that presented different distances in the campus of the Faculty of Higher Education and Integral Training (FAEF). For the Mobile Topographer PRO data were obtained by four readings of the absolute type in each frame at different times, 1 minute, 2 minutes, 3 minutes, 4 minutes, 8 minutes and 16 minutes, and for the Fields Area Measure measurements were taken by walking, with four replications. The applications presented several results, their data arrived close to the real values, which were measured with the help of a set, other authors reached the same results, also presenting several errors during the analysis. The Mobile Topographer

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de engenharia agrônoma da FAEF - SP - Brasil. E-mail: gutosilva\_15@hotmail.com; <sup>2</sup>

Docente do curso de Engenharia Agrônoma da FAEF - Garça - SP - Brasil. E-mail: alsfelipe@hotmail.com. <sup>3</sup>

PRO presented better results, but still with errors that reach up to 3 meters, this can seriously compromise the survey, the RMQ values determined that the application that did the best was the Mobile Topographer PRO, in a parking time of 8 minutes. It is possible to conclude that more studies are needed regarding the use of applications in georeferencing, so that they can be improved, and their information can be more reliable.

**Keywords:** Georeferencing, GPS, Survey, Topography

2019

## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é um dos setores mais importantes do Brasil, já que o agronegócio é a principal fonte de alimentos para importação e exportação, além de ter geração de renda e emprego (Maia, 2017), e devido a existência de várias áreas de produção é necessário saber a área total delas para que qualquer transação envolvendo o imóvel rural seja efetuada no Cartório de Registro Imobiliário, diante disso é necessário que o proprietário atual possua uma planta certificada previamente pelo Incra com todas os vértices da área (Incra, 2017).

Para que essa planta seja feita é necessário o auxílio de um técnico especializado na área, de acordo com o site do INCRA (2015), quem pode realizar esse trabalho são Engenheiros Agrimensores, Engenheiros Cartógrafos, Tecnólogos e Técnicos nestas modalidades, que tenham em sua grade curricular disciplinas e conteúdos formativos estabelecidos pela PL 2087/2004.

Para que o trabalho de obtenção dos dados em um levantamento georreferenciado seja efetuado, é necessário o uso de certos equipamentos, um exemplo clássico é o GPS/GNSS, mas existem diversos receptores GNSS no mercado, cada um com mais, ou menos funções, alguns exemplos desses equipamentos são o HiperII da *Topcon*, SOKKIA GRX1, R8 da *Trimble*, Triumph 1 da JAVAD, etc. Mas, se o técnico que estiver na área não dispuser de tais equipamentos, ou desejar ter uma visão prévia da área em estudo, para que assim possa ter uma noção de como é o local, pode-se utilizar certos aplicativos desenvolvidos para ajudar nessas situações.

O objetivo deste trabalho é testar certos aplicativos que tiveram boas notas pelos usuários e analisar se os mesmos são realmente confiáveis na obtenção, cálculo de distâncias e análise dos dados georreferenciados.

Ao decorrer deste trabalho serão abordados diversos usos no qual cada um desses aplicativos podem ser empregados, além de como os mesmos funcionam e como são utilizadas suas diversas funções, auxiliando o usuário a ter uma noção sobre essa nova tecnologia e como ela influencia no georreferenciamento e no processamento de dados georreferenciados.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do presente trabalho foram usados os aplicativos Mobile Topographer PRO e Fields Area Measure para a aquisição dos dados. O aparelho usado foi um celular

Samsung J3, android 5.1.1, modelo SM-J320M, é importante frisar que, dependendo do dispositivo usado, se for outro modelo da mesma empresa, ou de empresas diferentes, poderá ocorrer variações nos dados.

As leituras foram feitas no Campus da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral (FAEF) localizada nas coordenadas: latitude -22.217755, longitude -49.68203 e altitude 659 m, as análises foram feitas nos horários em que o nível de nuvens fosse o mínimo possível para que não ocorresse assim diferenças muito significantes nos dados, foram usados 6 marcos para os testes, também utilizou-se uma trena de fibra de vidro de 50 metros para as medições dos marcos, os quais apresentaram as seguintes distâncias: marco 1-2 = 10,40m; marco 2-3 = 19,80m; marco 3-4 = 40,50m; marco 4-5 = 80,30m e marco 5-6 = 162,20m. .

Iniciou-se o trabalho usando o Mobile Topographer PRO, realizou-se 4 leituras constituídas de 1,2,3,4,8 e 16 minutos cada leitura, para obter os dados é importante que o aparelho esteja sempre na mesma posição em todos os marcos para garantir que não ocorra altas variações. Logo após os dados foram separados em tabelas do Excel, cada um por tipo de leitura (1,2,3 e 4) e tempo (1,2,3,4,8 e 16).

As distâncias foram calculadas no programa AutoCAD 2017 – *English*, para passar as coordenadas UTM no programa foi usado o bloco de notas para adicionar informações necessárias para depois abri-lo no AutoCAD, e as informações são as seguintes:

## Circle E,N 0.1

E: Coordenada leste UTM (ou x)

N: Coordenada norte UTM (ou y)

A primeira informação é circle, devido ao AutoCAD ser em inglês, circle serve para colocar um pequeno círculo no local da coordenada isso facilita na hora de ligar os pontos, deve-se dar um espaço, e logo após vir com o dado E (leste), depois adiciona-se uma vírgula, e em seguida inserir o dado N (norte), não se deve ter espaços entre essas duas informações, depois dar um espaço e em seguida colocar o diâmetro do círculo, que é 0.1, esse diâmetro já é ideal mas pode ser alterado, é necessário que esse valor não tenha vírgula e sim um ponto como mostra acima, tudo isso deve ser feito no bloco de notas, veja um exemplo abaixo.

Circle 635976.139,7542496.813 0.1

Circle 635967.633,7542491.171 0.1

Circle 635942.897,7542498.013 0.1

Circle 635900.812,7542489.780 0.1

Circle 635826.816,7542508.422 0.1

Circle 635659.414,7542526.807 0.1

Outra forma de se calcular distancias é por usar a seguinte fórmula matemática:

$$\sqrt{\quad}$$

DH: Distancia horizontal (m)

$E_2 - E_1$ : Coordenada leste final menos inicial (m)

$N_2 - N_1$ : Coordenada norte final menos inicial (m)

Em seguida foi-se utilizado o aplicativo Fields Area Measure, só que com um princípio de obtenção de dados diferente, este aplicativo é feito para calcular as distâncias por caminhada, então foram feitos caminhamentos entre os marcos cada um com quatro repetições, do marco 1 – 2, 2 – 3, 3 – 4...; depois as leituras foram sendo alternadas do marco 1 – 3, 1 – 4, 1 – 5, 1 – 6, 2 – 3, 2 – 4...

Os dados obtidos pelo Fields Area Measure foram exportados para arquivos com extensão KML, que foram acessados via Google Earth, onde os dados foram analisados. Todos esses dados foram agrupados em uma planilha no programa Excel de acordo com o tipo de leitura e suas respectivas distâncias obtidas em cada uma.

Para cada aplicativo criou-se tabelas típicas de uso em topografia para melhor visualização dos dados, com isso foram calculados, a média:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

Desvio padrão:

$$\bar{x} \pm 1,96 \left( \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \quad (3)$$

Intervalo de confiança (ao nível de confiança de 5% de probabilidade):

$$CV = \frac{Dp}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (4)$$

Coefficiente de variação:

Amplitude e porcentagem de variação:

$$\% \text{ de variação} = \frac{\text{amplitude}}{\bar{x}} \quad (5)$$

Raiz média quadrática (RMQ):

$$RMQ = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}{n}} \quad (6)$$

Criou-se gráficos para cada aplicativo, para o Mobile Topographer PRO foi feito um gráfico de bolhas para analisar o quão os dados de cada marco de acordo com o tempo de leitura se interagem entre si, gráficos para analisar a porcentagem em que cada dado teve de variação em relação à média apresentada para cada marco, e gráficos mostrando o quanto cada aplicativo teve de variação absoluta para cada marco.

Foram obtidas imagens de satélite pelo Google Earth usando tais dados (Veja os apêndices A e B) onde é possível observar a variação de cada aplicativo e compara-las com o caminhamento real que foi feito durante a aquisição dos dados.

### 3.1 INSTRUÇÕES DE USO

Cada aplicativo tem um determinado papel, podendo ter funções que o outro não possui, ou ter funções semelhantes, mas para saber qual deve ser usado dependerá do trabalho em que o usuário está realizando, a seguir será abordado como é cada aplicativo e como utiliza-los.

#### 3.1.1 FIELDS AREA MEASURE

Apresenta uma tela inicial simples, para que o usuário possa assim usá-lo com facilidade, já conta com sete opções na tela e com o mapa da área, cada opção é descrita a seguir.

Figura – 8. Tela inicial do fields area measure



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

A função principal é a de adicionar os pontos e trajetos (1), acima se observa as opções de configuração (2), pesquisar um ponto específico se caso o trabalho tiver muitos pontos (3), e alterar as camadas do mapa (4). Logo abaixo se encontra a opção de centralizar a localização do usuário (5), centralizar todos os pontos de modo que se possa ver todos no mapa (6) e aumentar ou diminuir o zoom do mapa (7).

#### 3.1.1.1 ADICIONAR PONTOS

É possível marcar pontos no mapa por caminhamento, ou por pontos isolados no mapa, além de poder calcular áreas. As coordenadas UTM são todas salvas dentro do aplicativo, e isso torna mais fácil fazer exportação dos pontos para outros formatos de arquivos. Em PDI (1) marca-se pontos isolados no mapa em que suas coordenadas são exibidas, mas é uma função paga, em “Área” (2) marca-se a área do terreno e em “Distância” (1) o trajeto. Ao selecionar uma das opções será exibida a tela de “Escolher o modo” em que é possível marcar os pontos manualmente (4) ou usando o GPS (5).

Figura – 9. Função de adicionar os pontos, e tela para escolher o modo de obtenção dos pontos.



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

### 3.1.1.2 FILTRAR INFORMAÇÕES

Aqui é possível filtrar os pontos para aparecerem apenas os PDI's (1), áreas (2) e distâncias (3); além de poder escolher o tipo de mapa a ser mostrado, como apenas o terreno (4), vista de satélite (5) ou um mapa normal (6).

Figura – 10. Função de filtrar informações, como dados e mapa.



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

### 3.1.1.3 MENU

Apresentam cinco funções, a primeira já é o mapa inicial (1), logo vem aonde são salvos todos os pontos, distancias e áreas (2), depois os grupos de dados (3), importar dados (4), e as configurações do aplicativo (5).

Figura – 11. Menu de opções



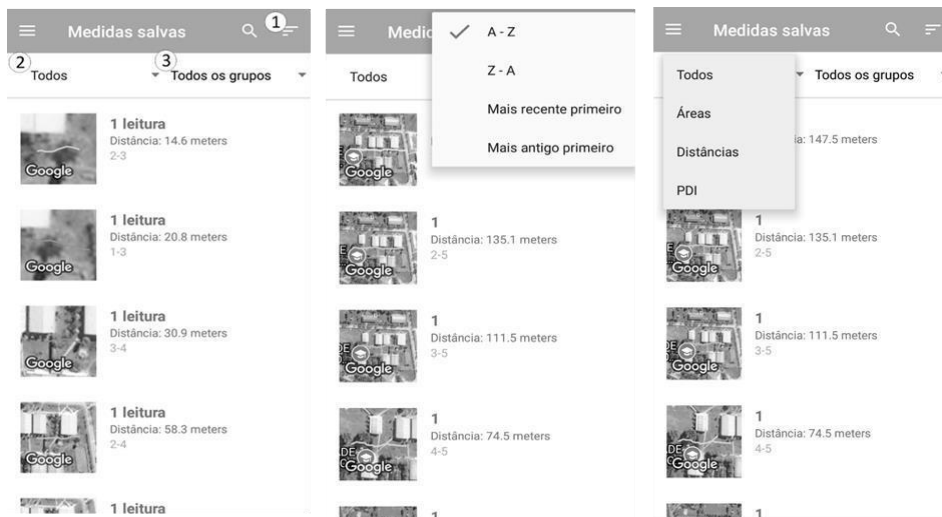
Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

#### 3.1.1.4 MEDIDAS SALVAS

Aqui fica armazenado todos os dados, que são as distancias, áreas e PDI's, é possível organizar os dados em ordem alfabética, de dados mais recentes ou mais antigos (1); filtrar qual tipo de dado deve ser exibido (2); e filtrar de acordo com os grupos (3).

Figura – 12. Local onde os dados salvos, mostrando também como os mesmos são filtrados.



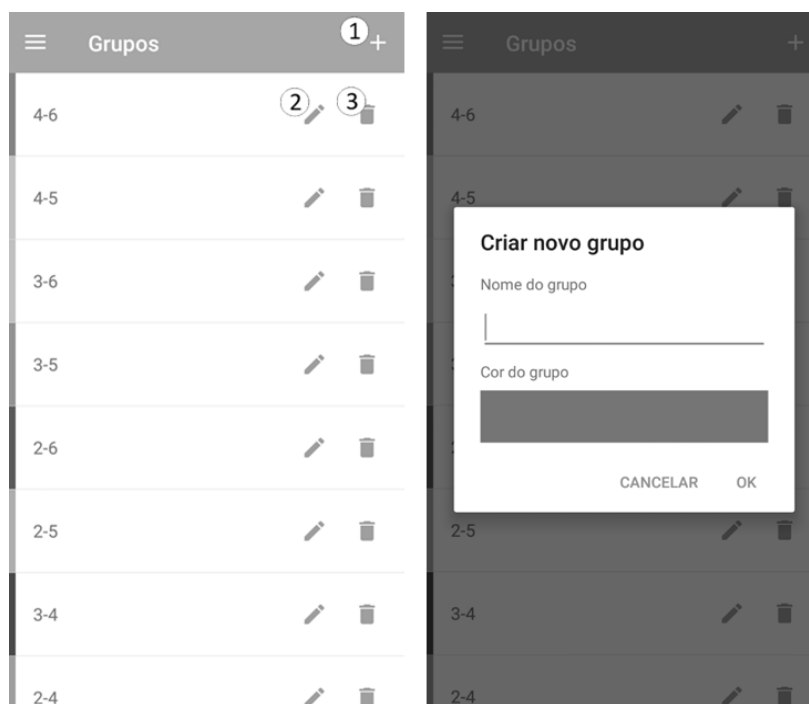


Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

### 3.1.1.5 GRUPOS

São criados grupos personalizados aonde será possível dividir os dados de acordo com as preferências do usuário. Para criar um é simples, apenas seleciona-se o botão “+” no topo (1) e aparecerá uma tela de criação, aonde se colocará o nome do grupo, e a cor na qual os dados daquele grupo deverão aparecer na tela inicial, se o usuário desejar poderá editar o grupo (2), ou até excluí-lo (3).

Figura – 13. Tela de grupos de dados e criação de um novo grupo ao lado



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

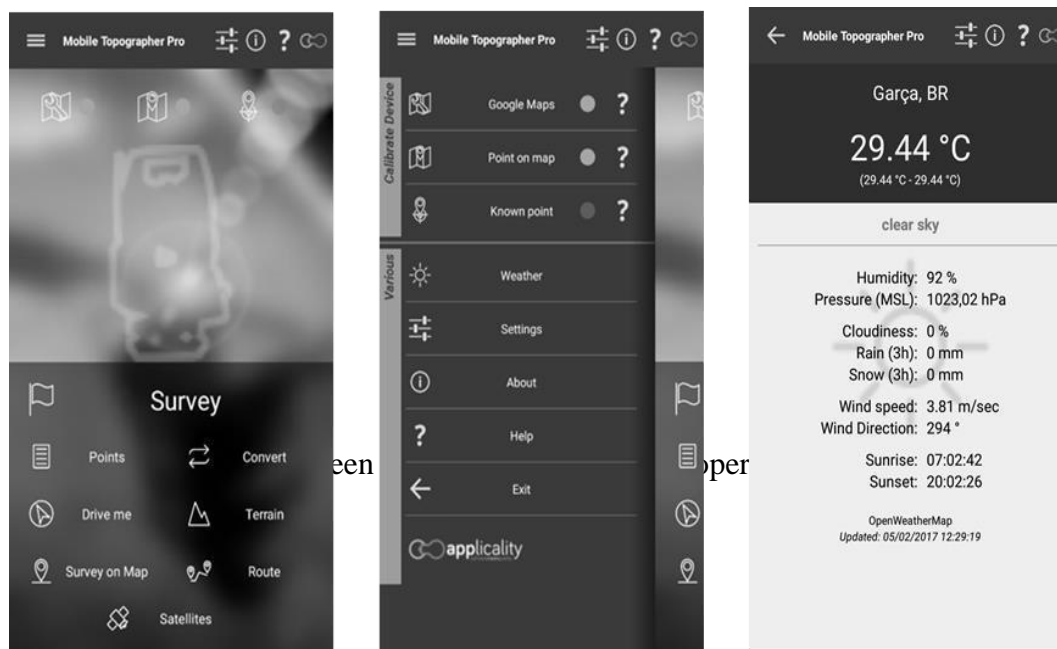
### 3.1.2 MOBILE TOPOGRAPHER PRO

A tela inicial desse aplicativo é mais completa que o anterior, ele apresenta oito funções, são elas *survey*, *points*, *convert*, *Drive-me*, *terrain*, *survey on map*, *route* e *satellites*. No caso está sendo usada a versão *PRO* do aplicativo, mas a versão *FREE* também pode ser usada, mas ela não apresenta as funções *terrain*, *survey on map* e *route*.

No lado esquerdo da tela existem três “tracinhos” que irão levar para mais algumas opções, que são: *google maps*, *point on map*, *known point*, *weather*, *settings*, *about*, *help* e *exit*.

- *Google maps*: é usado para calibrar o posicionamento entre o disponível e os satélites, assim dando a localização do usuário, o processo de calibragem pode demorar dependendo das condições em que o usuário se encontra. É necessário fazer essa calibragem pois irá melhorar em muito a precisão dos dados;
- *Point on map*: o princípio é o mesmo que a opção *google maps*, também serve para calibração, sendo um implemento a mais para a precisão;
- *Known point*: também dá a localização, mas ela não é registrada como um tipo de calibragem, é apenas para mostrar aonde o usuário está;
- *Weather*: são apresentadas as condições climáticas do local;
- *Settings*: são mostradas opções mais avançadas para a configuração do aplicativo;
- *About*: informações sobre os desenvolvedores do aplicativo;
- *Help*: manual de como utilizar cada função do aplicativo, sendo cada uma explicada e detalhada para que o usuário saiba como usa-la;
- *Exit*: sair do aplicativo.

Figura – 14. Tela inicial do Mobile Topographer PRO, coluna de opções adicionais e tela

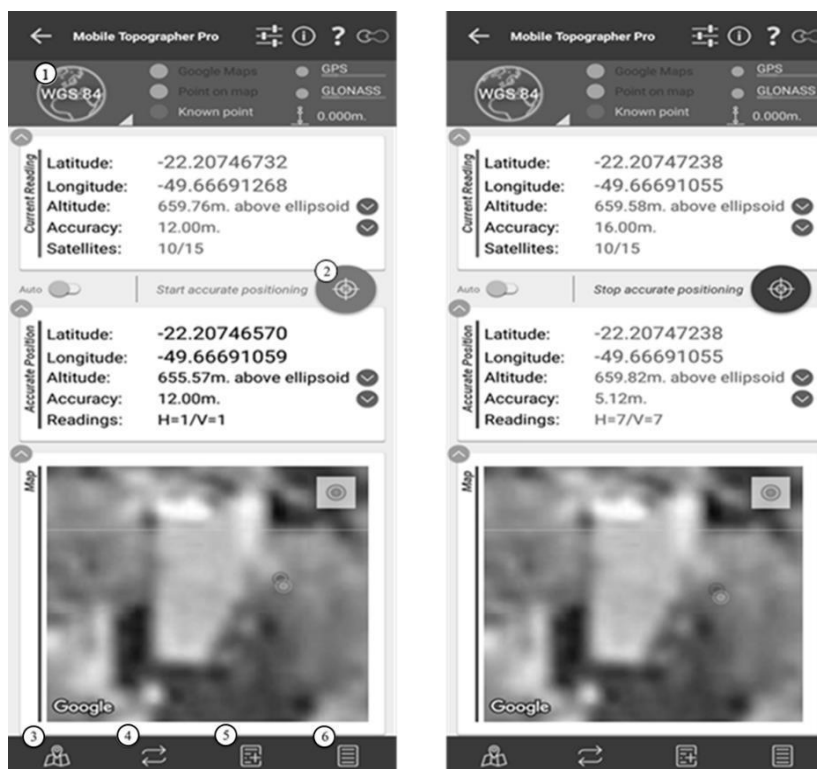


### 3.1.2.1 SURVEY

Sua principal utilidade é na obtenção dos pontos no mapa, são exibidos na tela todas as informações do determinado ponto, sua localização pelas coordenadas GNSS e UTM, a altitude, no caso está sendo exibido apenas a altitude no elipsoide, mas ao lado direito da tela existe uma seta que ao seleciona-la será mostrado a altitude no geoides, os valores de acurácia também são mostrados e essa acurácia se referem aos coeficientes DOP ou PDOP que já foram discutidos, e por último são mostrados o número de satélites captados.

Primeiramente na parte se cima aparece o botão para alterar entre coordenadas GNSS (usando o datum WGS-84) e UTM (usando o datum Sirgas 2000) (1), para que o usuário possa começar a registrar um ponto é necessário selecionar o botão azul *start accurate positioning* (2), quando selecionado o botão ficará vermelho, e o aplicativo começará a fazer várias leituras tanto horizontais como verticais, para que o ponto a ser salvo esteja o mais perto possível do local que o usuário se encontra, quanto mais leituras, mais demorado será o processo, dando assim valores mais confiáveis, também pode-se observar que ao mesmo tempo que as leituras são feitas, o valor de PDOP diminui, isso acontece porque o volume em que supostamente o usuário pode estar vai diminuindo devido as leituras e cálculos que o aplicativo faz, significa que, quanto menor for o valor do PDOP, mais precisos serão os dados, geralmente recomendase valores de PDOP abaixo de 1 metro.

Figura – 15. Exibição dos dados geográficos pela função *survey*. A imagem a direita mostra o aplicativo fazendo as leituras do local



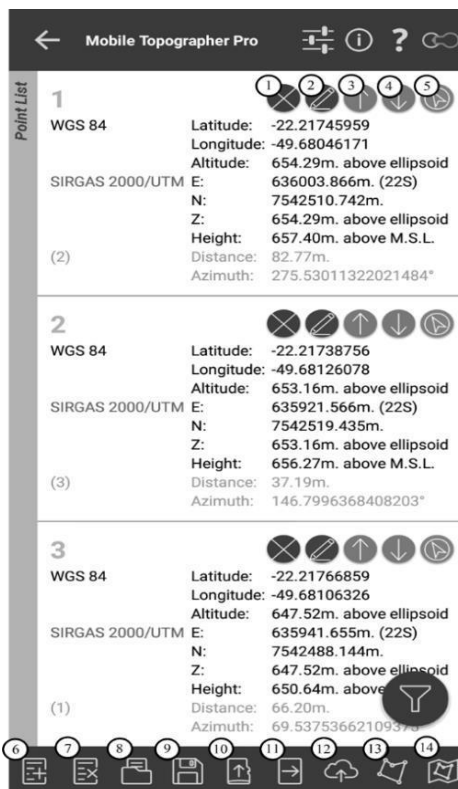
Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android.

Na parte de baixo são apresentadas quatro opções, a primeira é usada para visualizar o ponto que foi registrado em um mapa (3), logo após vem a opção para conversão de coordenada GNSS em UTM e vice-versa (4), depois a opção para salvar o ponto em que já foi feita todas as leituras (5), ele só fica selecionável após o usuário desligar o botão *start accurate positioning*, e por último a opção que irá mostrar uma lista de todos os pontos que foram salvos (6).

### 3.1.2.2 POINTS

Como já dito anteriormente, esta é uma lista onde todos os pontos que foram registrados pelo *survey* são salvos, a ordem em que os pontos são salvos pode ser em ordem alfabética ou crescente, analisando os pontos na lista é possível observar que eles apresentam uma grande quantidade de informações, e certas informações, como por exemplo, o azimute, já são calculados automaticamente pelo aplicativo.

As coordenadas de cada ponto são divididas em dois campos, as coordenadas GNSS pelo datum WGS-84 (latitude, longitude e altitude), e UTM, que no caso está sendo usado o datum SIRGAS 2000/UTM (E, N, Z e height ou altura) que pode ser alterado em *settings*.  
Figura – 16. Lista de pontos salvos



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

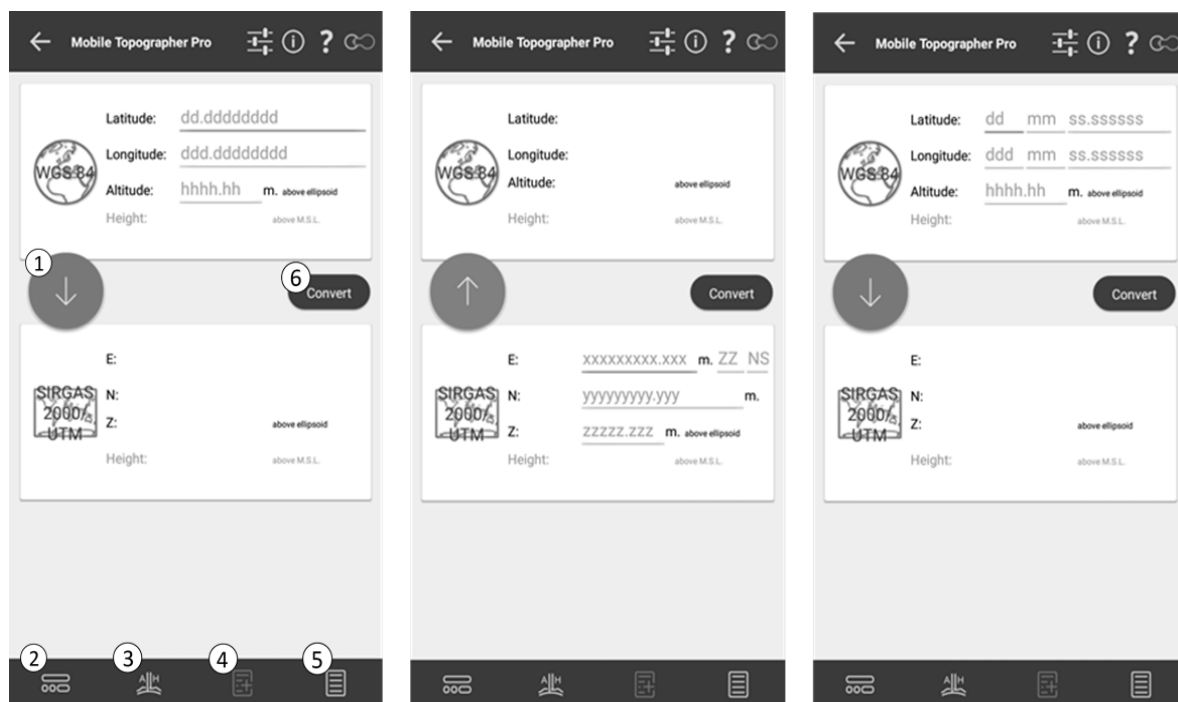
Nessa lista é possível excluir um ponto específico (1), editar suas informações, como por exemplo, o nome (2), passar um ponto para cima dos outros (3), ou para baixo (4), e exibir a localização do mesmo no mapa usando a função *drive-me* para que o usuário possa navegar no mapa e encontrar o local aonde aquele ponto foi obtido (5).

Na parte de baixo é apresentada uma barra com mais opções como, adicionar um ponto (6), excluir (7), abrir um arquivo de pontos já salvos no dispositivo (8), salvar (9), exportar (10), importar (11), salvar na nuvem (12), exibir um polígono formado por todos os pontos na lista sem um mapa (13), e mostrar esse mesmo polígono em um mapa (14).

### 3.1.2.3 CONVERT

É utilizado para a conversão de coordenadas GNSS para UTM, ou UTM para GNSS. Apertando a seta em azul, pode-se alterar em qual tipo de coordenada será convertida (1). As coordenadas GNSS podem ser em decimal ou em graus, minutos e segundos, apenas apertando a opção para alterar o formato dos dados (2). Pode-se alterar em usar a altitude ou altura (3), salvar as coordenadas que foram convertidas do referido ponto (4), e ver a lista de pontos salvos (5). Para a conversão é só apertar o botão *convert* em vermelho (6).

Figura – 17. Tela de conversão de coordenadas geografias e UTM



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

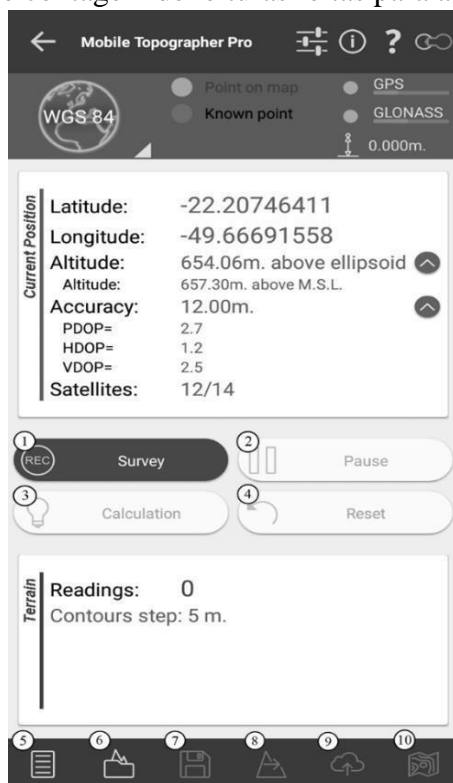
#### 3.1.2.4 DRIVE-ME

É uma bússola embutida no aplicativo para ajudar o usuário a se orientar, também apresenta um mapa que dá um auxílio a mais, como já foi dito, pode-se usar essa função apenas para orientação ou para encontrar um local específico em que já foi coletado dados.

#### 3.1.2.5 TERRAIN

Aqui é possível fazer uma rede de pontos em que o usuário configura a quantos metros cada ponto deve ser registrado, inicia-se a coleta de dados pressionando-se o botão *survey* (1), se desejar parar a coleta é só pressionar *pause* (2), depois de terminar o trajeto desabilita-se o *survey*, se o usuário ver a necessidade de recomeçar a leitura devido a haver algum erro, basta apenas pressionar *reset* (4), mas se ocorreu tudo certo é só pressionar o botão *calculation* (3), o aplicativo irá fazer vários cálculos e isso resultará em um modelo 3-D do terreno, ótimo para se estudar o relevo do local, vale lembrar que quanto mais dados forem obtidos, mais tempo levará para os cálculos terminarem.

Figura – 18. Tela de contagem de leituras feitas para a construção do relevo 3-D



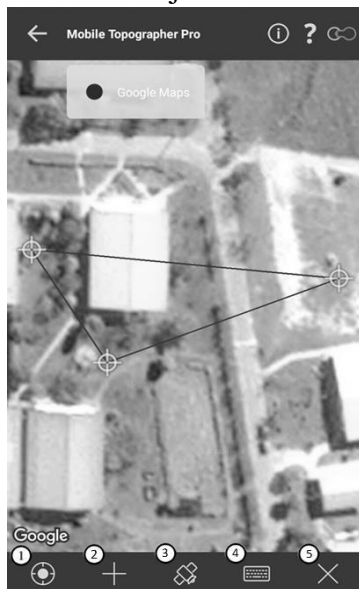
Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

Abaixo da tela como de costume existe mais funções, como, ver a lista de pontos (5), modelos 3-D já salvos (6), salvar os dados coletados (7), exportar modelos (8), salvar na nuvem (9) e visualizar o modelo num mapa (10).

### 3.1.2.6 SURVEY ON MAP

A partir daqui poderá ser completada uma pesquisa no mapa sem sequer ir ao campo. Ao entrar, os pontos da lista da pesquisa atual (se houver) serão projetados na vista do mapa. Pode-se adicionar modificar, excluir ou reordenar um ou mais pontos em uma ordem para completar sua pesquisa. Se não houver pontos armazenados, aparecerá um mapa vazio, centrado na última posição conhecida.

Figura – 19. Função *survey on map*, com um polígono formado a partir de coordenadas já salvas



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

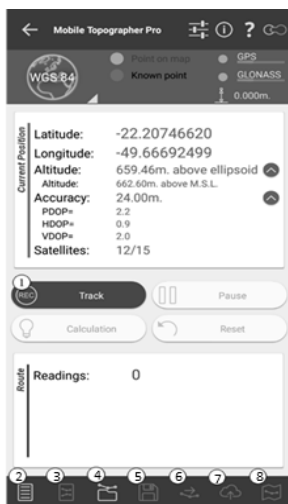
Abaixo da tela é apresentada a opção de dar um zoom de modo que seja possível ver todos os pontos na tela (1), adicionar um ponto por meio de um alvo que se apresenta na tela (2), analisar os satélites disponíveis no local (3), adicionar um ponto por meio de coordenadas já conhecidas (4), sair para a tela principal (5).

### 3.1.2.7 ROUTE

Com a função *route*, é possível rastrear uma rota e exportar dados úteis a partir dela, como a distância percorrida, a duração, o tempo gasto, as alturas mínimas, médias mínimas, a velocidade média mínima, etc.

Figura – 20. Tela da função *route*, ela é semelhante a tela da função *terrain*





Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

Na barra abaixo existem as opções, começar as leituras (1), exibir uma lista das leituras coletadas (2), exibir uma tabela com as estatísticas da rota (3), carregar uma coleção pré-salva de leituras e o cálculo da rota, se tiver sido salvo anteriormente (4), salvar as leituras e os dados calculados (5), exportar os pontos de referência usados para o cálculo e os dados de rota calculados em vários formatos de arquivo como, db, .txt, .csv, .kml, .gpx, .dxf ou .shp (6), enviar arquivos exportados por e-mail, ou carregá-los para a nuvem, etc. (7), projetar pontos de referência ou rota rastreada nos mapas do Google (8).

### 3.1.2.8 SATELLITES

Aqui o usuário poderá visualizar todas as constelações de satélites que o dispositivo móvel pode captar, para poder assim encontrar um local em que o receptor possa receber mais sinais de outros satélites, deixando assim os dados obtidos mais acurados. É importante salientar que, o número de satélites captados vai depender do local, se apresentam algo que possa interferir no sinal, ou mesmo se os satélites de uma determinada constelação estejam perto daquele lugar.

Figura – 21. Rede de satélites captados pelo receptor



Fonte: *print screen* da aplicação no sistema operacional android

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que cada aplicativo apresentou médias que oscilaram muito em relação ao valor de distância real, para o desvio padrão no aplicativo Fields Area Measure, ocorreram valores com baixas oscilações, indicando que esses dados não estão muito espalhados por uma ampla gama de valores, estão próximos dos valores da média, exceto para a distância entre 1 a 4 que apresentou valor de 11,87; Já para o Mobile Topographer PRO, seus valores, para cada tempo de leitura, apresentou desvios padrões muito mais baixos, alguns valores chegam até próximos de 1.

Constatou-se que o intervalo de confiança para o Fields Area Measure apresentou altos valores chegando até a 23,52; sendo que conforme a distância em que se trabalha é aumentada a variação diminui, para o Mobile Topographer PRO ocorre o mesmo, quanto menor a distância, maior a variação, e quanto maior a distância, menor a variação, a porcentagem de variação segue o mesmo princípio, como se pode ver nos gráficos 1 e 2.

De acordo com Martins et al. (2017), em seu trabalho tanto os receptores GPS quanto o smartphone apresentaram desempenho inferior pois mostraram altos erros, mas no caso da variação, o smartphone foi o que teve os maiores valores.

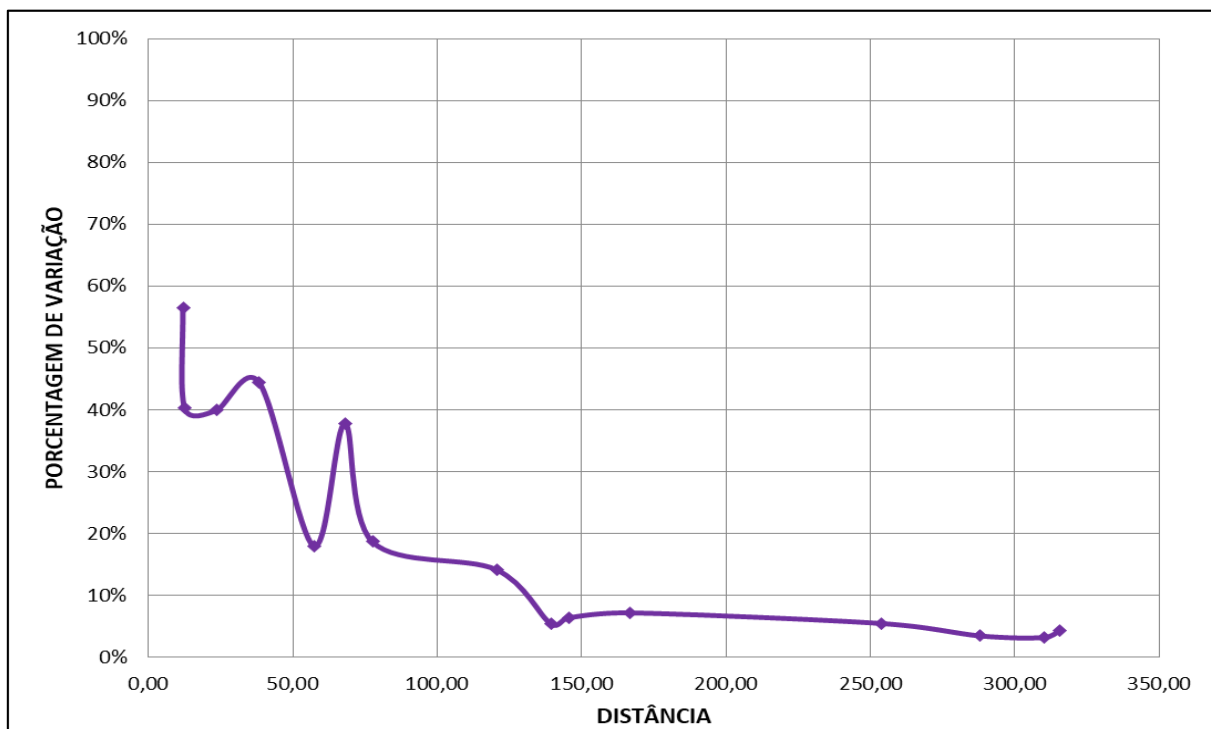


Gráfico – 1. Porcentagem de variação obtida pelo aplicativo Fields Area Measure

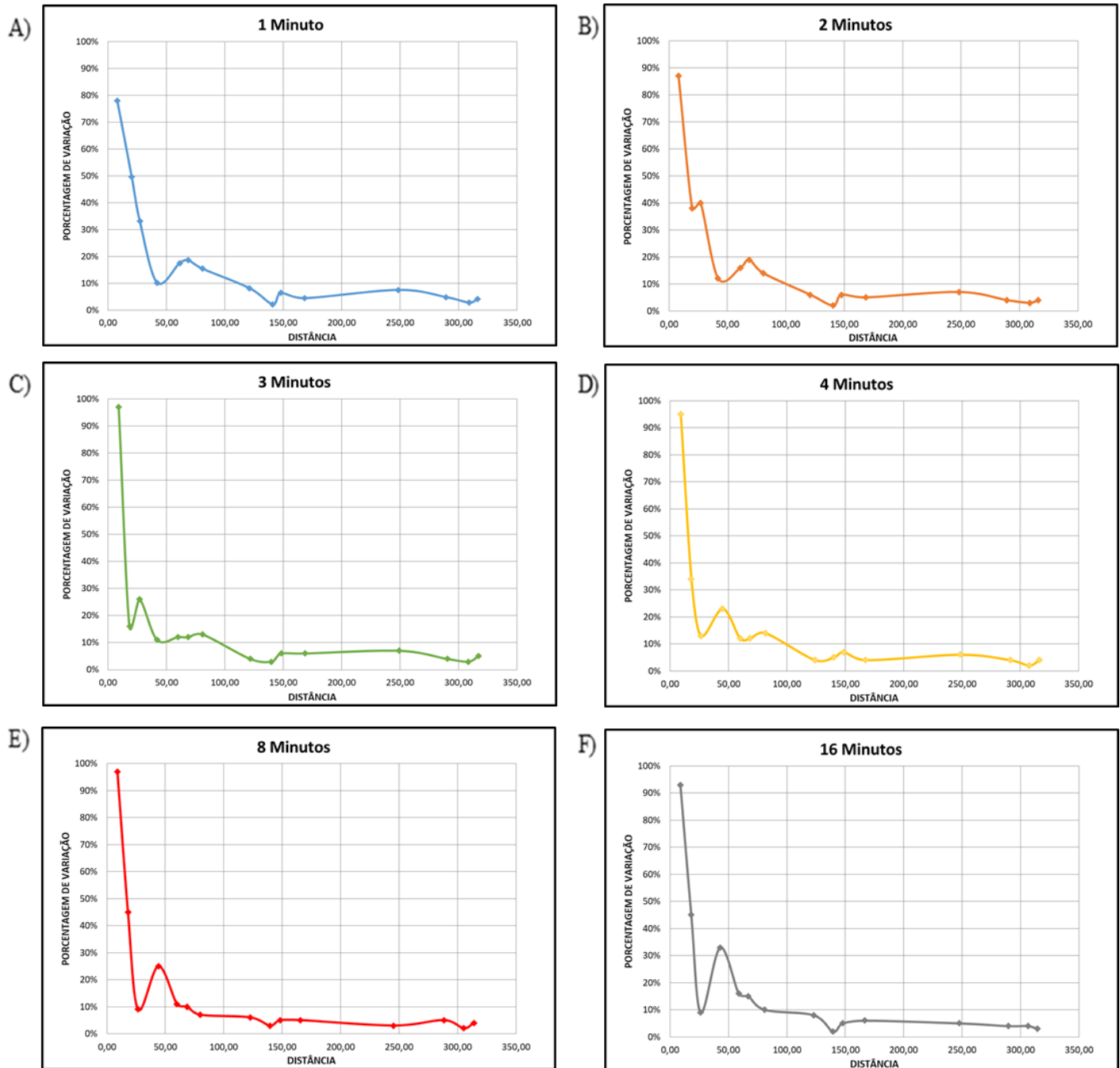


Gráfico - 2. Porcentagem de variação obtida pelo aplicativo Mobile Topographer PRO. Pode-se observar no gráfico 3 como os intervalos de confiança sofreram para cada ponto e tempo, de maneira que fica explícito a grande variação e a distribuição dos pontos que divergem do trajeto traçados em campo. Petovello (2014) concluiu que modelos diferentes de celulares podem apresentar dados opostos podendo isso ser um dos motivos para tal variação, em certos marcos os tempos interagiram entre si, e em outros marcos os mesmos tempos não se interagiram muito, a dimensão da bolha demonstra o quanto os dados variaram, sendo que bolhas maiores apresentam maior variação, e bolhas menores baixa variação, sendo todos os valores abaixo de 1, mostrando que esse aplicativo, em relação a tal requisito, tem melhor desempenho. Para os marcos 5 e 6 ocorrem uma variação maior, podendo ser por causa de haver barreiras no local, no caso árvores, ou até mesmo a geometria dos satélites naquele

horário, que possivelmente obstruíram o sinal dos satélites, também confirmando o que Silveira e Segantine (2008) concluíram em seus estudos, que a geometria dos satélites e outros obstáculos podem sim afetar os resultados, também ocorreram tempos que se interagiram mais, como 4, 8 e 16 minutos nos marcos 1, 2, e 3; e em alguns casos os tempos de 1, 2 e 3 minutos.

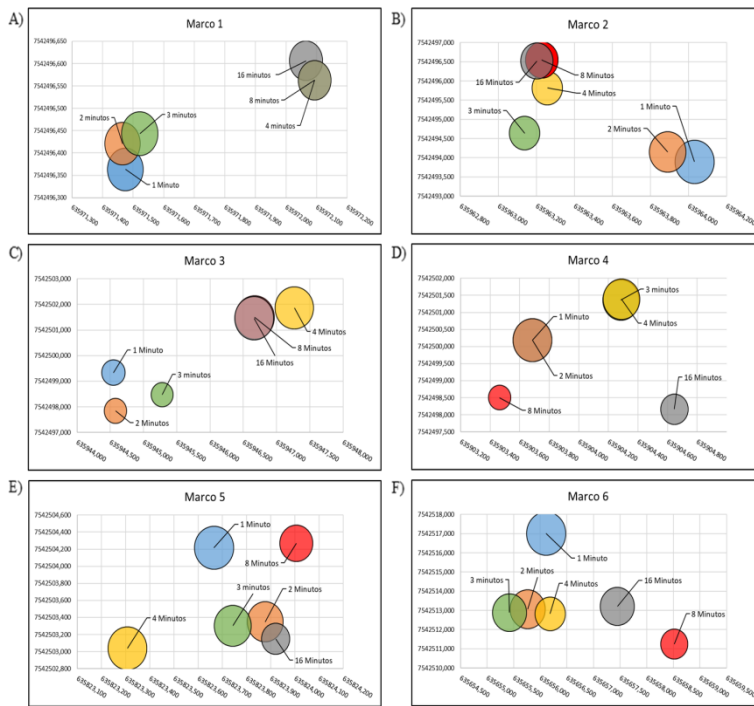


Gráfico – 3. Gráfico de bolhas do intervalo de confiança do Mobile Topographer PRO. Pode-se observar que as leituras que mais se interagiram foram de 4, 8 e 16 minutos, lembrando que nos marcos 5 e 6 pode ter havido barreiras que de certa forma oscilaram os dados

As distancias calculadas para os aplicativos, e pela trena estão na tabela a seguir. Podese observar que os dados estão muito próximos com mínimas diferenças, aparentemente, chegando próximos ao valor real, mas esses desvios que chegam a metros, podem causar muitos problemas nos cálculos ao decorrer do trabalho, Gomes (2017) chegou ao mesmo resultado tendo feito o teste com um receptor GNSS geodésico e um smartphone, os dados obtidos com o smartphone não foram muito precisos do que os dados obtidos pelo receptor.

Devido ao aplicativo Fields Area Measure não armazenar coordenadas geográficas na versão em que foi utilizado para este trabalho, não foi possível criar um gráfico de bolhas, mas é possível analisar seus resultados no gráfico que se segue.

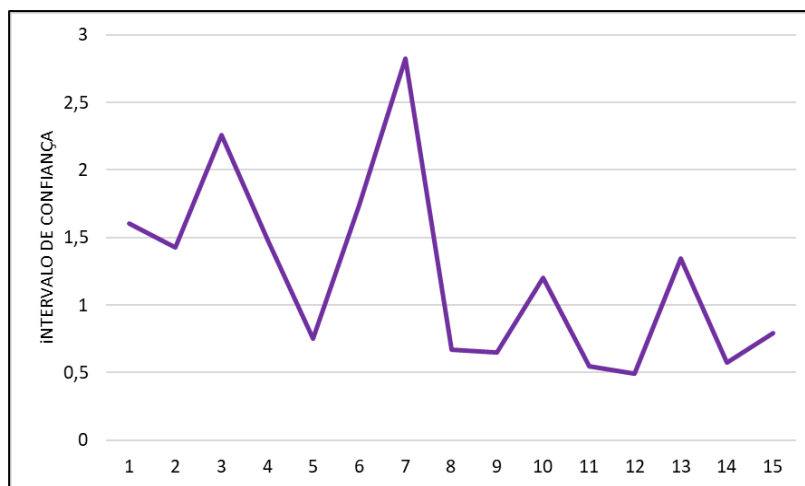


Gráfico - 4.  
Intervalo de  
confiança do  
Fields Area  
Measure

É possível observar que o aplicativo apresentou baixas variações devido aos dados em 5, 8, 9, 11, 12, 14 e 15 estarem abaixo de

1, que de acordo com Broverman (2001) é o valor no qual o intervalo de confiança apresenta baixas variações, mas mesmo assim, em comparação com o Mobile Topographer, o Fields Area Measure não teve bons resultados em relação a esse requisito pois todos os valores de intervalo de confiança para o Mobile Topographer foram inferiores a 1.

O coeficiente de variação é uma variável que se aparenta muito com o desvio padrão, só que em porcentagem, sendo muito usado na área agrícola, no qual analisa a variação dos dados em relação a uma média comum, os aplicativos apresentaram tais variáveis em diversos picos, sendo os mesmos variando tanto para resultados bons quanto ruins.

Pimentel Gomes (1985) classifica os valores de coeficiente de variação com base em ensaios agrícolas.

Tabela - 1. Classificação do coeficiente de variação de acordo com a dispersão dos dados

<b>Faixa</b>	<b>cv</b>	<b>dispersão</b>
menor ou igual a 10%	baixo	baixa dispersão dos dados
entre 10% e 20%	médio	média dispersão dos dados
entre 20% e 30%	alto	alta dispersão dos dados
maior do que 30%	muito alto	dispersão dos dados muito alta

Fonte: www.ufscar.br

Já para Ferreira (1991) a classificação pode ser de acordo com a precisão do processo.

Tabela - 2. Classificação do coeficiente de variação de acordo com a precisão dos dados

Faixa	precisão	cv
entre 10% e 15%	ótima	baixo
entre 15% e 20%	boa	médio
entre 20% e 30%	regular	alto
maior do que 30%	muito ruim (ou péssima)	muito alto

Fonte: www.ufscar.br

Pode-se notar que, para o aplicativo Fields Area Measure, os resultados não foram tão bons, pois segundo Pimentel Gomes (1985) e Ferreira (1991) eles deviam estar entre 10 a 15%, podendo-se observar que em 1,2,3,6 e 7 isso não ocorreu, sendo estes apresentando de média a alta dispersão de dados e precisão entre boa a regular.

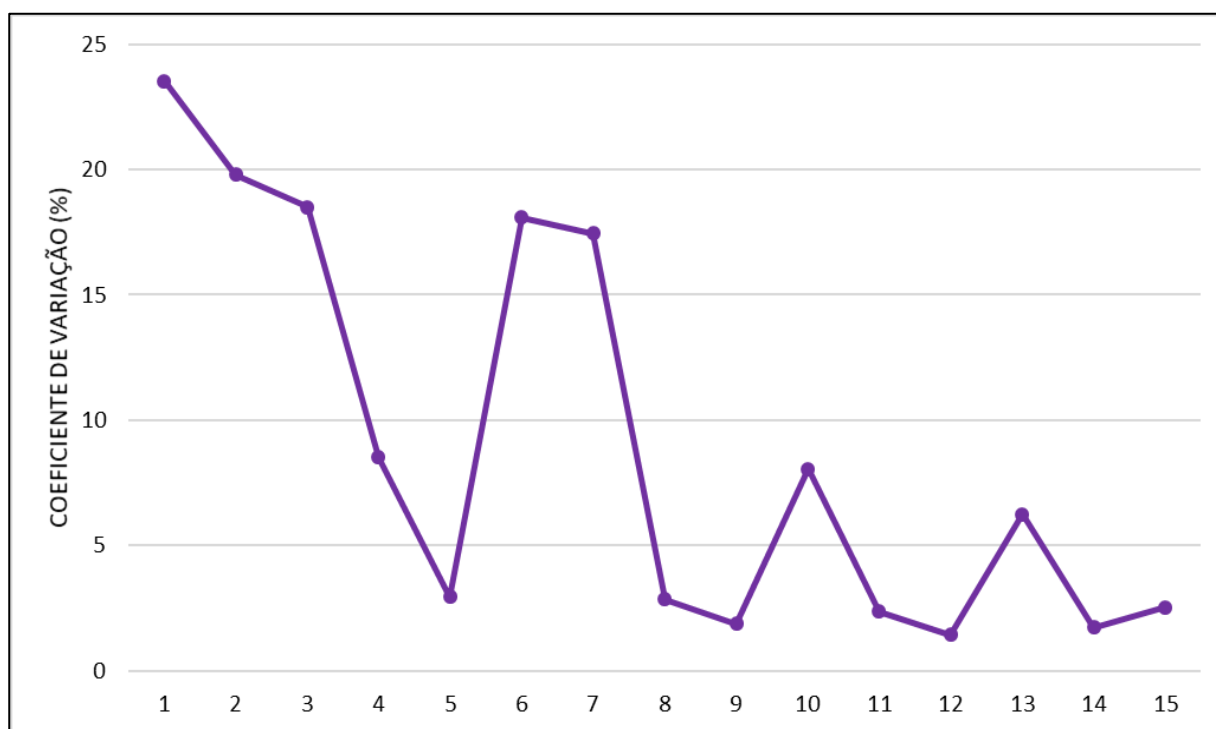


Gráfico - 5. Coeficiente de variação do Fields Area Measure. Apenas os dados entre 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15 se saíram melhor.

Para o Mobile Topographer os dados foram ainda melhores, praticamente todos os dados, exceto os em 1 e as vezes o 2 em alguns tempos, ficaram dentro dos parâmetros pré-determinados pelos autores citados, seus dados podem ser classificados como, para 1 e 2 entre média a muito alta dispersão de dados e precisão entre regular a muito ruim (ou péssima), já o restante dos dados são classificados em baixa a média dispersão de dados e precisão entre ótima a boa.

COMPARAÇÃO DE APLICATIVOS GNSS EM CÁLCULOS DE DISTÂNCIA

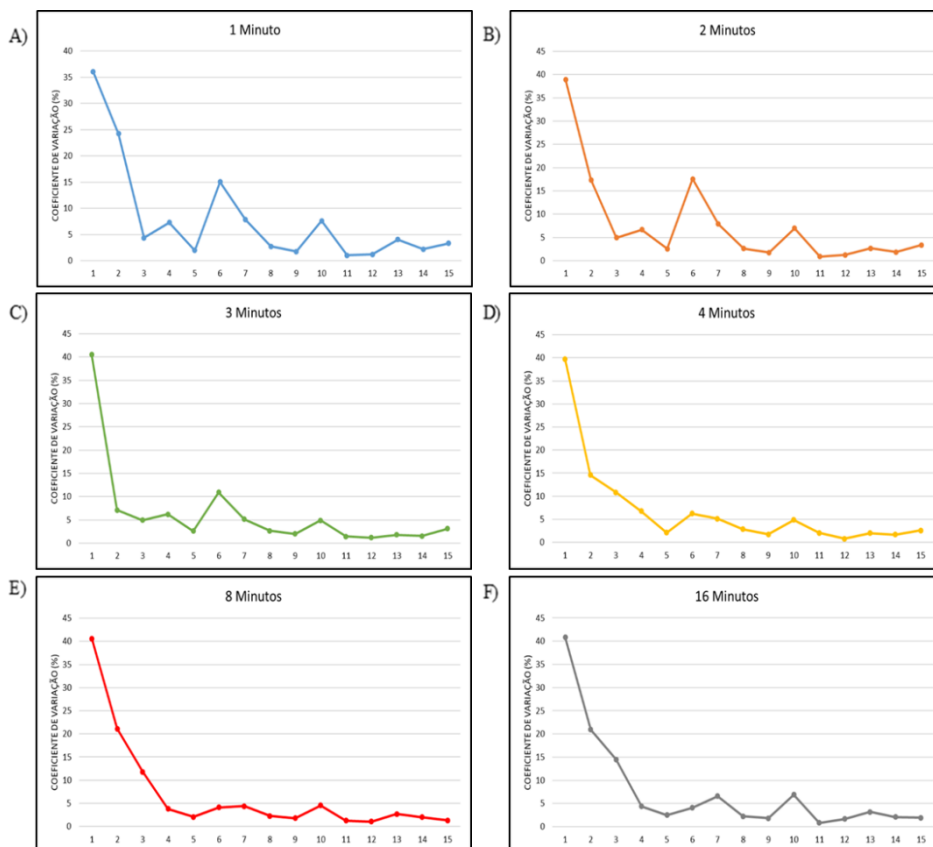


Gráfico - 6. Coeficiente de variação do Mobile Topographer. Os dados apresentaram melhores resultados com exceção em 1 e 2.

Tabela – 3. Valores de distâncias calculadas dos aplicativos e pela trena

Mobile topographer PRO*									
ALINHAMENTO					Fields Area Measure* Trena				
1	2	8,02	8,09	9,22	9,00	9,10	8,76	12,05	10,40
2	3	20,32	19,75	18,40	18,12	18,10	18,07	12,72	19,80
3	4	42,06	42,02	42,00	44,92	44,12	42,80	38,45	40,50
4	5	80,72	80,59	81,06	81,55	79,84	80,92	77,73	80,30
5	6	168,10	168,44	168,64	167,45	165,66	166,78	166,80	162,20
1	3	27,23	26,95	26,94	26,20	26,66	26,07	23,55	30,20
1	4	68,59	68,57	68,42	68,45	68,72	66,94	68,08	70,70
1	5	148,06	147,77	148,50	148,95	148,31	147,78	145,63	151,00
1	6	316,10	316,15	317,07	316,34	313,92	314,53	315,68	313,20
2	4	61,35	61,11	59,76	59,90	59,98	58,73	57,40	60,30
2	5	140,84	140,38	139,71	140,15	139,45	139,49	139,55	140,60
2	6	308,89	308,72	308,27	307,56	305,07	306,23	310,10	302,80
* 3	5	121,13	120,87	121,69	124,04	122,81	122,99	120,60	120,80
3	6	289,08	289,23	290,23	291,37	288,37	289,53	287,88	283,00

Utilizou-se os valores de média



4 6 248,48 248,36 249,20 248,44 245,31 247,67 253,88 242,50

Com base nesses valores acima foram obtidos os dados necessários para o cálculo da raiz da média do valor quadrático (RMQ), e saber quais dados eram mais confiáveis, como se pode observar na tabela 2.

Tabela – 4. Valores de variação absoluta obtidos pelos aplicativos tendo como medida real para os cálculos os valores obtidos pela trena, e seus respectivos RMQ's. Pode-se

notar a grande variação que certos dados demonstraram, por exemplo, a distância de 4-6 no aplicativo Fields Area Measure que teve valor de 11,38m

ALINHAMENTO		Variação absoluta							RMQ	
		Mobile topographer PRO								
		1 minuto	2 minutos	3 minutos	4 minutos	8 minutos	16 minutos	Fields Area Measure		
se pode tabela melhor 1/2	1 2	2,38	2,31	1,18	1,40	1,30	1,64	1,65	3,51	
	2 3 4	0,52	0,05	1,40	1,68	1,70	1,73	7,08	3,56	
	3 5 6	1,56	1,52	1,50	4,42	3,62	2,30	2,05	3,90	
	4 3 4	0,42	0,29	0,76	1,25	0,46	0,62	2,57	3,32	
	5 5 6	5,90	6,24	6,44	5,25	3,46	4,58	4,60	5,08	
	1 4	2,97	3,25	3,26	4,00	3,54	4,13	6,65	5,37	
	1 1	2,11	2,13	2,28	2,25	1,98	3,76	2,48	2,90	
	1 1	2,94	3,23	2,50	2,05	2,69	3,22	2,62	2,90	
	1 2	2,90	2,95	3,87	3,14	0,72	1,33	5,37	2,48	
	1 2	1,05	0,81	0,54	0,40	0,32	1,57	2,90	2,48	
	2 5	0,24	0,22	0,89	0,45	1,15	1,11	1,05	2,48	
	2 6	6,09	5,92	5,47	4,76	2,27	3,43	7,30	2,90	
3 5	0,33	0,07	0,89	3,24	2,01	2,19	0,20	2,90		
3 6	6,08	6,23	7,23	8,37	5,37	6,53	4,88	2,90		
4 6	5,98	5,86	6,70	5,94	2,81	5,17	11,38	2,90		

posicionamento para o Mobile Topographer PRO foi o de 8 minutos, que assumiu o valor de RMQ de 2,60; o Fields Area Measure não apresentou um bom resultado de RMQ, que foi de 5,08, mas segundo Mohammed (2013), mesmo não sendo exatos, mas sim bem próximos, os dados ainda apresentam certa precisão.

Para melhor compreensão de como foi a variação absoluta, construiu-se os gráficos 4 e 5, é possível notar que ocorreram muitos picos de altas variações para ambos os aplicativos, conforme a distância aumentava as variações também aumentavam, indicando que os mesmos não devem ser utilizados em tais condições. Gomez (2017) chegou ao mesmo resultado ao comparar o deslocamento existente entre dados coletados a partir de um receptor geodésico e o aplicativo GNSS, seus dados chegaram a altas variações, também tendo poucos declínios.

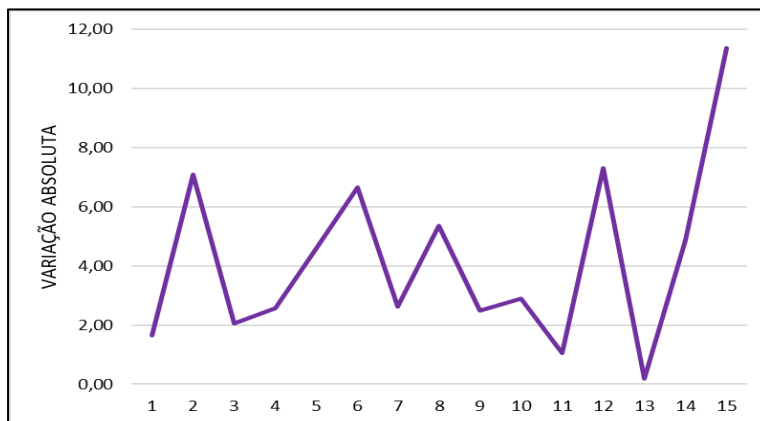


Gráfico – 7.  
Variação absoluta do Fields Area Measure. Pode-se notar o quão os dados apresentam altas variações conforme a distância aumenta, tendo valores Por fim foi feita uma

observação dos dados em mapas obtidos pelo Google Earth (Veja os apêndices A e B), podendo-se concluir que o aplicativo que teve dados mais próximos do caminhar realizado foi o Mobile Topographer PRO, mas ainda tendo locais com altas variações em alguns pontos, diferentemente do caminhar feito pelo Fields Area Measure, em que seus dados ficaram muito distantes do alinhamento realizado, sendo seu uso inadequado para tal trabalho.

Araújo (2018) discutiu o mesmo em seu trabalho, ele concluiu que em relação as imagens de satélite, os receptores GPS de Navegação modelo Garmin Etrex 20 e o aplicativo CR Campeiro não se saíram muito bem, mas o GPS Topográfico modelo Trimble Pro XT teve melhores resultados. Mostrando que é melhor usar aparelhos já construídos para tal finalidade.

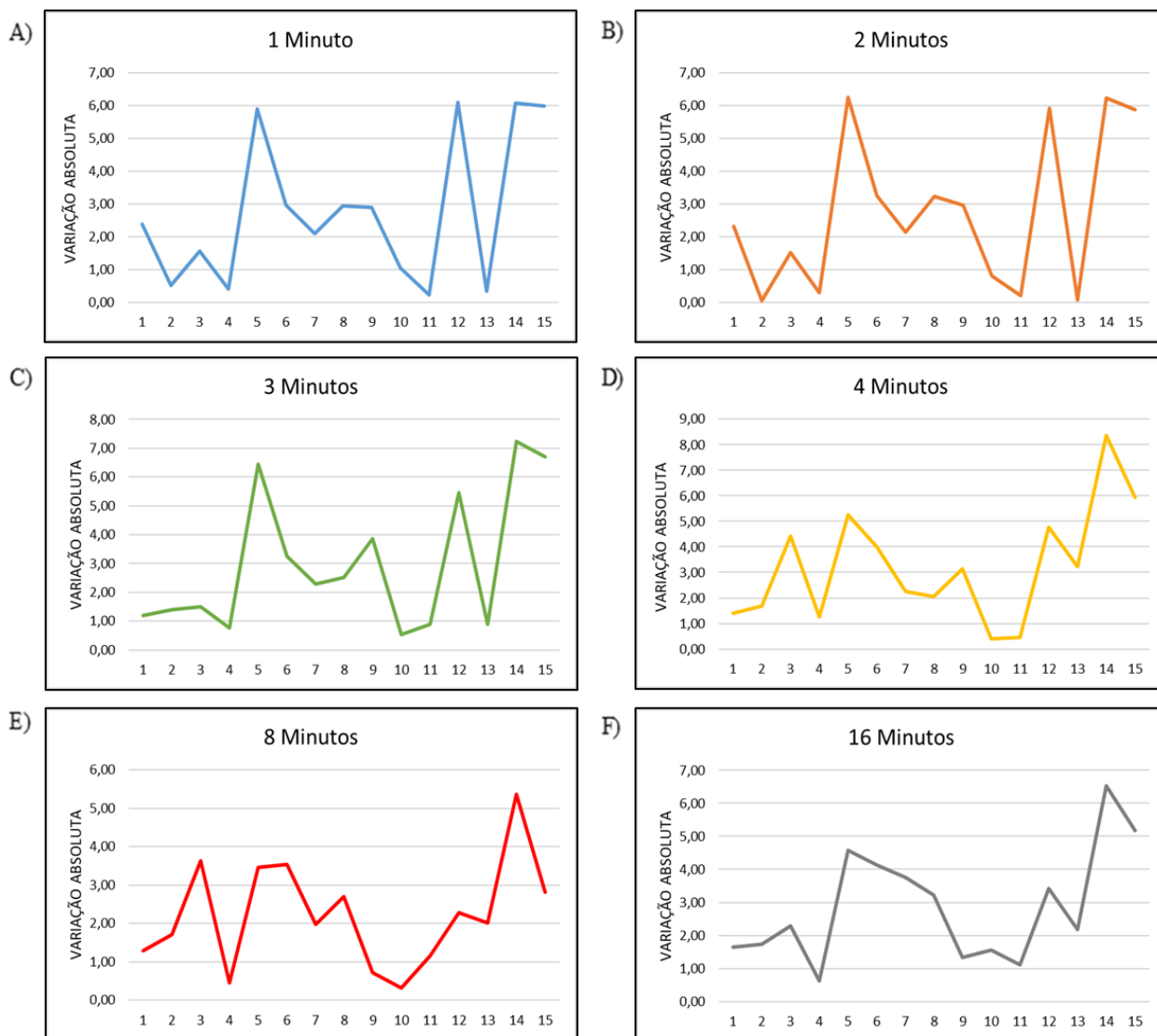


Gráfico – 8. Variação absoluta do Mobile Topographer PRO. Como se pode ver aqui, inicialmente as variações são baixas, mas conforme as distancias aumentam a variação também aumenta, sendo que os melhores valores foram aqueles que apresentaram variações menores que 1.

## 5 CONCLUSÕES

É possível concluir que não se deve utilizar tais aplicativos com o objetivo de fazer um levantamento georreferenciado, pois sua precisão em relação ao cálculo da distância não é muito boa, mas pode-se usá-los para ter um reconhecimento da área antes do trabalho, sempre tendo em mente que os valores a serem visualizados nestes aplicativos não chegarão muito próximos ao valor real. Mesmo podendo reconhecer que o aplicativo que teve melhor desempenho foi o Mobile Topographer PRO ainda deve-se ter cuidados ao usá-lo. São necessárias mais pesquisas para analisar a confiabilidade destes equipamentos tendo como comparação os receptores de

onda C/A existentes no mercado. Assim, deve-se escolher outras alternativas de aparelhos para tal trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO G. M. et al. **Avaliação Da Precisão De Diferentes Dispositivos GNSS**. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. Recebido em 16 de maio de 2018; recebido em forma revisada em 22 junho de 2018; aceito em 25 de junho de 2018; Disponível online em 28 junho de 2018. v. 12 (2): 212-222, 2018.

BARROS, P. P. S.; NAKAI, É. S.; NUNES, E. S. **Apontamentos De Aula: Sistema Global De Posicionamento (GNSS)**. Piracicaba, 2013, 23 p.

BAYO, G. S.; ROSALEN, D. L. In: Anais do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Expositiva 6 a 9 de novembro de 2017, 2017, Rio de Janeiro. **Normas Técnicas Brasileiras Para o Georreferenciamento De Imóveis Rurais**. Jaboticabal: [s.n.], 2017. p. 1528-1531.

BRANDALIZE, M. C. B. **Apostila 01: Topografia**. Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR, 2001, 59 p.

BROVERMAN, SAMUEL A.; Actuaries, Society of; Society, Casualty Actuarial; Publications, Actex (2001). **Actex Study Manual, Course 1 Examination Of The Society Of Actuaries, Exam 1 Of The Casualty Actuarial Society** (em inglês). [S.l.]: Actex Publications.

CATARINA, D. **O Sistema GNSS e o Funcionamento Dos Seus Segmentos**. Disponível em: <<http://perceberomundo.blogs.sapo.pt/742.html>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2016. 20:30:16.

Escola Britannica. **Latitude e longitude**. 1 mapa, color. In Britannica Escola Online. Web, 2016. Disponível em: <<http://escola.britannica.com.br/assembly/134723/As-linhas-delatitudee-longitude-formam-um-padrao-de>>. Acesso em: 20 de outubro de 2016. 10:25:10.

FAULIN, G. D. C.; MANJI, M. P. **O Sistema NAVSTAR – GNSS: Serviço Disponível ao Usuário, Sem Custo e Com Precisão Limitada**. Disponível em: <<http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=25264&secao=Colunas%20e%20Artigos>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2016. 18:55:10.

FELIPE, A. L. S. **Topografia Convencional Na Aferição De Área Obtidas Por Georreferenciamento e Google Earth**. 2015. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade estadual paulista “Júlio de mesquita filho” faculdade de ciências agronômicas em campus de Botucatu.

GANESHAN, A. S.; PAL, S. **GNSS: The Technological Leap**. Disponível em: <<https://www.geospatialworld.net/article/gnss-the-technological-leap/>>. Acesso em: 11 de dezembro de 2016. 19:39:05.

GARRASTAZU, M. C. et al. **Manual de Orientação e Uso do GNSS de Navegação (Garmin 76MAP CSX)**. 1. ed. Colombo – PR, 2011.

Geoeduc. **Veja Quem Pode Fazer o Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. Disponível em: <<http://www.geoeduc.com/veja-quem-pode-fazer-o-georreferenciamento-deimoveisrurais/>>. Acesso em: 16 nov. 2017.

GOMES, D. S. **Análise Comparativa De Coordenadas Planas UTM Obtidas Com Posicionamento Por Satélites Com o Uso De Receptor GNSS Geodésico e Com Smartphone**. Piauí: [s.n.], 2017. 16 p.

GOMES, T. S. **Fundamentos de GNSS: Conceitos, Operação e Configuração**. Brasília, 2010, 19 p.

GONÇALVES, D. A. R.; BORGES, R. M. A. **Utilização De Aplicativos Móveis No Ensino Da Topografia**. 12. ed. Uniaraxá: [s.n.], 2016. 147-158 p. v. 12.

HOLLER, W. **Além Das Coordenadas UTM**. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2009/01/06/alem-das-coordenadas-utm/>>. Acesso em: 9 de dezembro de 2016. 18:48:20.

IBGE. **Modelo De Ondulação Geoidal**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo\\_geoidal.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/modelo_geoidal.shtm)>. Acesso em: 25 de outubro de 2016. 13:16:46.

Incrá. **Perguntas e Respostas: O que é Imóvel Certificado?**. Disponível em: <<http://www.incrá.gov.br/content/perguntas-frequentes-0>>. Acesso em: 07 set. 2017. 12:44:30.

JUNIOR, R. M. C. **Topografia e Geomática, Fundamentos Teóricos e Práticos, Aula 02: Forma e Dimensões da Terra**. 2011. 37 slides: color, 297 x 210 mm.

MAIA, Lúcia. **A Importância Do Agronegócio Para o Brasil**. Disponível em: <[http://www.iicabr.iica.org.br/produtos\\_tecnicos/a-importancia-do-agronegocio-para-brasil2/](http://www.iicabr.iica.org.br/produtos_tecnicos/a-importancia-do-agronegocio-para-brasil2/)>. Acesso em: 18 nov. 2017.

MANZANO, J. **Breve Texto Sobre o Geóide e Elipsóide**. Disponível em: <<http://www.oncoto.org/>>. Acesso em 1 de setembro de 2016. 10:19:54.

MARTINS, R. N. et al. **Análise Da Precisão De Diferentes Receptores GNSS Para Coleta De Dados**. Universidade do Vale do Paraíba, 2017, 6 p.

MATIAS, D. **Sistema De Coordenadas UTM**. Disponível em: <<http://georeference.blogspot.com.br/2010/02/sistema-de-coordenadas-utm.html>>. Acesso em: 24 de outubro de 2016. 11:41:15.

MOHAMMED, N. Z.; GHAZI, A. E.; MUSTAFA, H. E. Positional Accuracy Testing of Google Earth. **International Journal Of Multidisciplinary Sciences And Engineering**, VOL. 4, NO. 6, JULY 2013. [ISSN: 2045-7057] Acesso em: 23 de setembro de 2018. <http://www.ijmse.org/Volume4/Issue6.html>.

PERNA, M. A. **O Sistema UTM**. Disponível em: <http://www.carto.eng.uerj.br/cgi/index.cgi?x=utm.htm>. Acesso em: 5 de dezembro de 2016. 19:13:19.

Projeto taquari-antas. **Modulo 1 - Elipsóide de Referência e Datum Geodésico**. Disponível em: <http://projetotaquariantas.blogspot.com.br/2009/08/modulo-1-elipsoide-dereferenciae.html>. Acesso em: 25 de outubro de 2016. 16:06:52.

OLIVEIRA, J. C. **Conceitos Básicos Sobre Posicionamento Por Satélites Artificiais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais: 2011. 17 slides: color, 254 x 190,5 mm.

PETOVELLO M. **What Are The Actual Performances Of GNSS Positioning Using Smartphone Technology?**. Disponível em: <http://insidegnss.com/auto/novdec14SOLUTIONS.pdf>. Acesso em 22 de setembro de 2018.

SANTOS, L. S. **Determinação De Coordenadas Em Carta Topográficas 1/100.000**. Disponível em: [http://geopara.blogspot.com.br/2011\\_11\\_01\\_archive.html](http://geopara.blogspot.com.br/2011_11_01_archive.html). Acesso em: 5 de dezembro de 2016. 18:32:26.

SEBEM, E. P. P. G. **Em Agricultura De Precisão – DPADP0800: Cartografia e GNSS Aplicados a A. P.** [20--]. 21 slides: color, 254 x 190,5 mm.

Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. 2, 2008, Recife. **Influência Da Geometria Dos Satélites Na Precisão Das Coordenadas Geodésicas Obtidas Com o Sistema GNSS**. Recife: 2008, 9 p.

Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. 4, 2002, Recife. **Sistemas De Projeção Transversa De Mercator No Georreferenciamento De Imóveis Rurais**. Recife: UFPE, 2002. 7 p.

Simpósio Brasileiro de Sensoriamento. 11, 2003, Belo Horizonte. **GNSS Para Iniciantes**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2003. 46 p.

TIMBÓ, M. A. **Elementos De Cartografia. Universidade Federal de Minas Gerais: UFMG, 2001, 59 p.**

UFSCAR. **Como classificar o Coeficiente de Variação**. Disponível em: [http://www.ufscar.br/jcfogo/EACH/Arquivos/Classif\\_CV.pdf](http://www.ufscar.br/jcfogo/EACH/Arquivos/Classif_CV.pdf). Acesso em 31 de outubro de 2018. 20:49:41.

VERPLANKE, J. **Global Positioning Systems (GNSS)**. Department of Urban and Regional Planning and Geo-Information Management: [20--]. 28 slides: color, 254 x 190,5 mm.

A Revista Científica Eletrônica de Agronomia é uma publicação semestral da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral – FAEF e da Editora FAEF, mantidas pela Sociedade Cultural e Educacional de Garça. Rod. Cmte. João Ribeiro de Barros km 420, via de acesso a Garça km 1, CEP 17400-000 / Tel. (14) 3407-8000. [www.faeef.br](http://www.faeef.br) – [www.faeef.revista.inf.br](http://www.faeef.revista.inf.br) – [agronomia@faef.br](mailto:agronomia@faef.br)