

Análise comparativa da precisão de coordenadas geográficas obtidas a partir de equipamentos *GPS* portáteis e de um módulo integrado a um drone

Rafael Soares Areal da Costa¹, José Roberto de Castro Andrade¹

¹Laboratório de Projetos e Prototipagem, Centro Universitário Serra dos Órgãos, UNIFESO – Teresópolis – RJ

rafa.uni@hotmail.com, jrobert.andrade@unifeso.edu.br

Comparative analysis of geographical coordinates precision obtained from portable GPS devices and from a drone integrated module

Abstract. *In the last years, technology to determine geographic coordinates on Earth's surface has been improved significantly. Nowadays it is possible to determine locations with a reasonable accuracy by any smartphone device. The costs have been reduced in GPS devices, without loss of quality of collected data. This paper originated from the need to quantify the quality of data collected in academic works in different areas, such as geoprocessing and environmental management. Some considerations and a comparative analysis of the precision generated by three GPS devices, two of them portable and one integrated to a positioning module in a low-cost drone, will be discussed.*

Keywords: *Comparative analysis, GPS, Drone, Precision; Accuracy.*

Resumo. A tecnologia para a determinação de coordenadas geográficas na superfície terrestre evoluiu de maneira significativa nos últimos anos, proporcionando a sua utilização tanto em trabalhos científicos, quanto em empreendimentos comerciais ou no dia a dia, pelo cidadão comum. Hoje em dia é possível determinar a localização de um indivíduo ou objeto com uma precisão razoável a partir de qualquer dispositivo celular móvel. Equipamentos *GPS* tiveram seu custo reduzido sem, no entanto, perder a qualidade na coleta de dados correspondentes à sua geolocalização. Este artigo foi criado a partir da necessidade de se quantificar a qualidade dos dados coletados em trabalhos acadêmicos nas áreas de geoprocessamento e gestão ambiental, apresentando algumas considerações relacionadas à análise comparativa da precisão gerada por três equipamentos *GPS*, dois deles portáteis, e um integrado a um módulo de posicionamento em um drone de baixo custo.

Palavras chave: Análise Comparativa; *GPS*; Drone; Precisão; Acurácia.

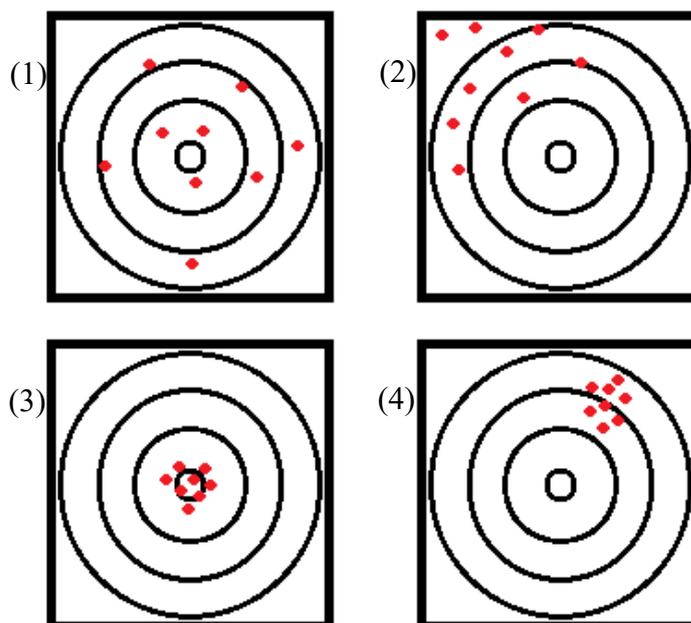
Introdução

A maneira de se localizar em meio à imensidão da superfície terrestre foi revolucionada pelo surgimento do Sistema de Posicionamento Global, *Global Position System*, ou *GPS* (LONGLEY, 2013). Os cálculos e métodos utilizados nas últimas décadas para determinação de coordenadas geográficas e geolocalização foram aos poucos evoluindo, sendo endossados atualmente por um sistema composto por 24

satélites artificiais que cobrem toda a superfície terrestre. Esta tecnologia, incorporada aos mais variados equipamentos e veículos, em uma de suas últimas aplicações foi também integrada aos Veículos Aéreos Não Tripulados, também conhecidos como VANTs. Alguns tipos de VANTs denominados drones, ganharam espaço devido à sua praticidade e custo reduzido, se expandindo além a indústria militar (JENSEN, 2009), atingindo o mercado de mídia visual, entretenimento e geolocalização, sendo também utilizados na captura de imagens aéreas e aerofotogrametria. Por motivos de segurança, e pela sua utilização do espaço aéreo, passou a ser fundamental a introdução de um módulo *GPS* ao *hardware* dos drones, cuja precisão e acurácia gerada na coleta de dados devem ser a mais eficiente possível.

Segundo Bussab e Morettin (1987), define-se precisão como a proximidade de cada ponto observado à sua própria média, e acurácia como a proximidade de cada ponto observado do valor que se procura atingir. O diagrama da Figura 01 traduz tal conceito em forma esquemática, apresentando um alvo para cada situação da relação precisão e acurácia. No alvo (1) pode-se observar baixa precisão e considerável acurácia, uma grande dispersão de pontos prejudica a qualidade do dado. No alvo (2) existe uma baixa precisão e pouca acurácia, os dados estão afastados do centro do alvo. O alvo (3) apresenta alta precisão e muita acurácia, representa o melhor dos casos. Por fim, o alvo (4) apresenta alta precisão, contudo baixa acurácia.

Figura 1: Precisão e acurácia representadas de forma esquemática.



Fonte: adaptado de Bussab e Morettin (1988)

Segundo Mikhail e Ackerman (1976) precisão é expressa como o grau de consistência da grandeza medida com sua média, isso significa que a precisão depende de uma quantidade de dados em relação à média destes mesmos dados. No âmbito de

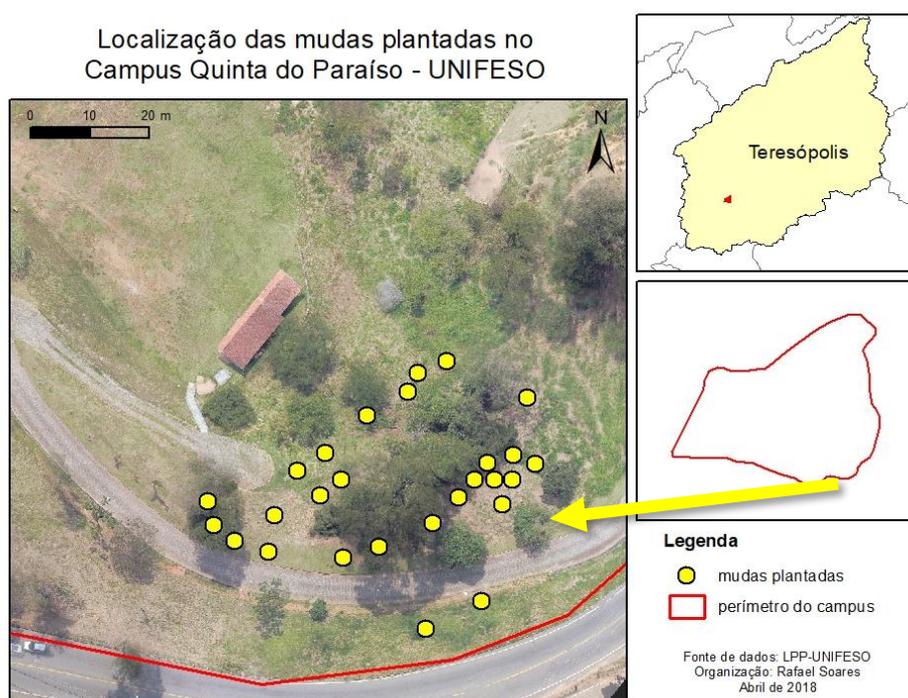
análise e comparação, quanto mais dados são coletados, maior a confirmação de um valor de precisão.

Este trabalho teve como objetivo a realização de uma análise comparativa entre dispositivos de coleta de dados associados a coordenadas geográficas de pontos localizados sobre a superfície da Terra, análise essa com o foco na precisão de dados coletados por três equipamentos *GPS*, dois deles portáteis, e um integrado a um módulo de posicionamento em um drone de baixo custo.

Metodologia

As amostras utilizadas no trabalho foram definidas a partir do projeto de recuperação da vegetação em área de nascente, Georreferenciamento e Planejamento Ambiental do Campus Quinta do Paraíso do UNIFESO (ANDRADE, et al., 2015). Em tal projeto, diversas mudas foram plantadas em um dos Campi do UNIFESO, indicado na Figura 2. Seis mudas foram selecionadas para as coletas e comparação dos dados.

Figura 2: Localização da área de estudo.



Fonte: Andrade et al. (2015).

As coletas foram realizadas em duas etapas, uma apenas com dispositivos *GPS* portáteis e outra incluindo-se um drone. A primeira etapa teve como objetivo a comparação entre dois dispositivos *GPS* portáteis: os modelos *Garmin Oregon 550* e *Garmin 64S*, com configurações equivalentes. Tais equipamentos são utilizados em atividades de campo nas disciplinas de topografia, cartografia, geologia e recuperação de áreas degradadas, com objetivo de coletar dados para fins educacionais, nos cursos de Engenharia do Centro de Ciências e Tecnologia, do Centro Universitário Serra dos Órgãos (UNIFESO). Para a realização do estudo foi definido um mesmo intervalo de

coleta de dados dos pontos, equivalente a 10 segundos, durante um período de coleta de 10 minutos. Nesse caso foi registrada a média de erro de três metros, indicada por ambos dispositivos no ato da coleta. Como pontos de referência, foram escolhidos locais correspondentes a posição das mudas de árvores plantadas, como exemplificado na Figura 3.

Para a segunda etapa foram utilizados os mesmos equipamentos de *GPS* portáteis, além do módulo *GPS* integrado a um drone *DJI Phantom IV* da Instituição, coletando-se pares de coordenadas locais a partir das imagens capturadas. Nesta situação a configuração da coleta foi alterada, considerando-se um intervalo de 1 segundo durante um período de coleta de 1 minuto para os dispositivos portáteis, enquanto para o drone foram capturadas imagens georreferenciadas dos mesmos pontos, coletadas a partir do posicionamento do equipamento diretamente sobre o ponto de referência (direção vertical).

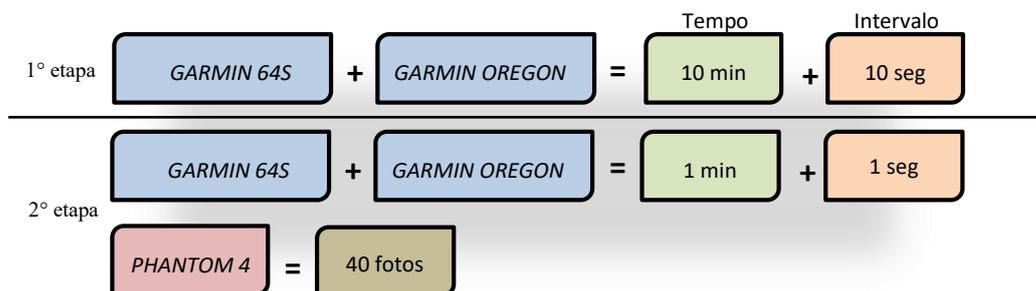
Figura 3: Dispositivos *GPS* utilizados na coleta de dados.



Fonte: autoria própria.

O diagrama da Figura 4 indica a diferença das duas configurações utilizadas.

Figura 4: esquema da configuração das duas etapas de coleta, realizadas para comparação de precisão.



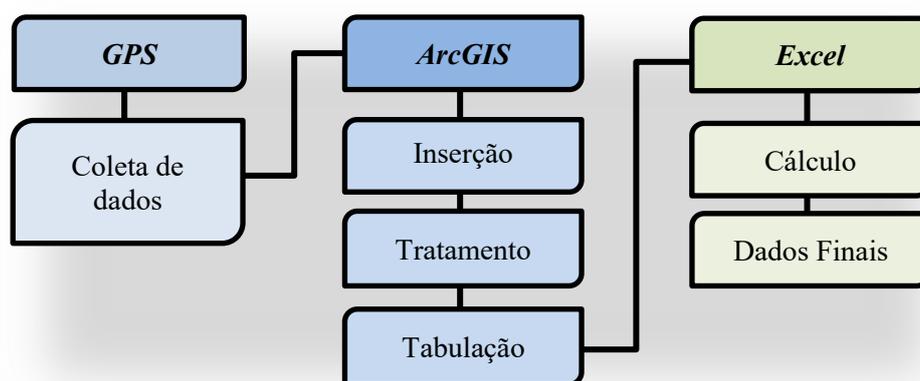
Fonte: autoria própria.

A metodologia utilizada no tratamento dos dados pode ser compreendida observando-se o esquema da Figura 5. Após a coleta das coordenadas de cada ponto especificado, os dados foram transferidos para um Sistema de Informação Geográficas (SIG), no caso o software *ArcGIS*, versão 10.3, da empresa *ESRI*. Nesta etapa do processamento foi possível se ter uma ideia qualitativa da precisão de cada equipamento

de uma maneira preliminar, como ilustrado na Figura 6. Dando continuidade à análise, foram geradas tabelas com a identificação dos valores dos pares de coordenadas (W , S) utilizando-se o *software* em questão, sendo a coordenada W correspondente à longitude (*West*) do ponto, e a coordenada S correspondente à sua latitude (*South*).

As tabelas geradas foram então transferidas para o *software Microsoft Excel*, onde os cálculos de média, desvio e desvio padrão foram realizados, gerando-se os gráficos de precisão apresentados a seguir. Para a apresentação da precisão média calculada para cada equipamento, foi utilizada a distância entre os pontos e suas médias calculadas, gerando-se assim um valor quantitativo da precisão, para comparação.

Figura 5: Esquema da metodologia utilizada para a coleta e processamento dos dados.



Fonte: autoria própria.

Resultado e Discussão

Ao inserir os dados coletados pelos dispositivos no SIG, pode-se observar uma maior qualidade dos dados por parte dos dispositivos que apresentam pontos menos dispersos, ou seja, com os pontos coletados mais próximos.

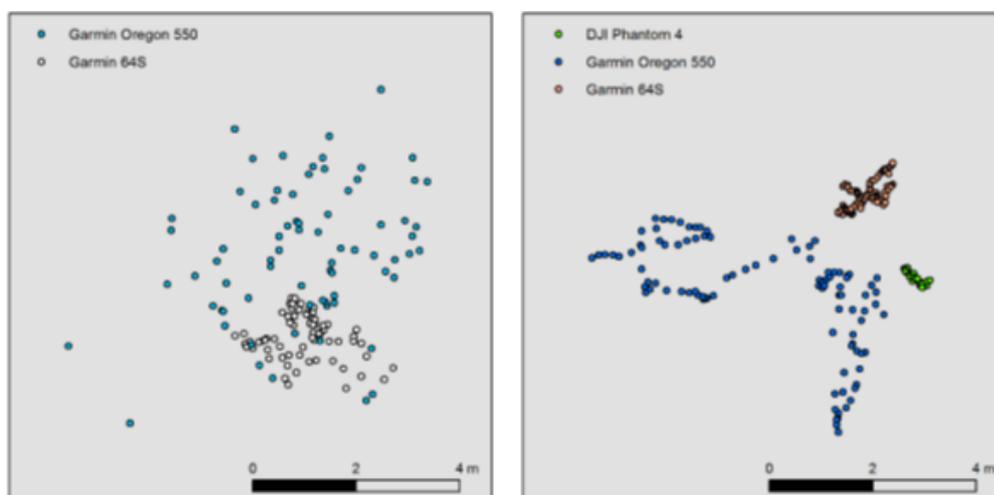
A Figura 06 apresenta os pontos coletados em uma das amostras (muda de Guapuruvu 04). À esquerda está representada graficamente a comparação entre os dispositivos móveis *GPS*. Fica clara a diferença entre os dois dispositivos. A precisão apresentada pelo *Garmin 64S* é consideravelmente menor do que a do *Oregon 550*. À direita, os dispositivos são comparados com os dados coletados pelo drone, que apresenta uma precisão ainda menor. Vale lembrar que não é possível comparar os dados obtidos nos dois casos, visto que os métodos e intervalos de tempo das coletas são diferentes. Aparentemente a precisão gerada à esquerda parece ser maior do que a gerada à direita, mesmo se tratando do mesmo dispositivo. Contudo isso se dá devido ao tempo de exposição à coleta de dados, que pode afetar o erro de posicionamento do próprio dispositivo.

Nas Figuras 7 a 9 é possível observar a precisão qualitativa através dos gráficos correspondentes aos dados coletados de três amostras distintas. Nas Figuras 7 e 8 são plotados os valores das coordenadas obtidas pelos dispositivos *GPS* móveis. A falta de

linearidade dos gráficos indica maior precisão. Novamente, pôde ser observada uma maior qualidade dos dados provenientes do *Garmin 64S*.

A Figura 9 apresenta os gráficos de um dos pontos de referência. Diferentemente das Figuras 7 e 8, esta apresenta dados coletados pelos dispositivos *GPS* e pelo drone. Verifica-se o mesmo padrão de precisão já observado entre os *GPS's Garmin*, com a maior qualidade por parte do 64S em relação ao *Oregon 550*. Em relação ao drone a precisão apresentada é visualmente muito maior em relação aos demais dispositivos. Isto é reforçado com a presença da média dos dados (linha pontilhada) e do desvio padrão (linhas verticais), que indicam qual dispositivo é mais preciso.

Figura 6: Pontos obtidos após inserção de dados no SIG para um dos pontos de coleta.



Fonte: autoria própria.

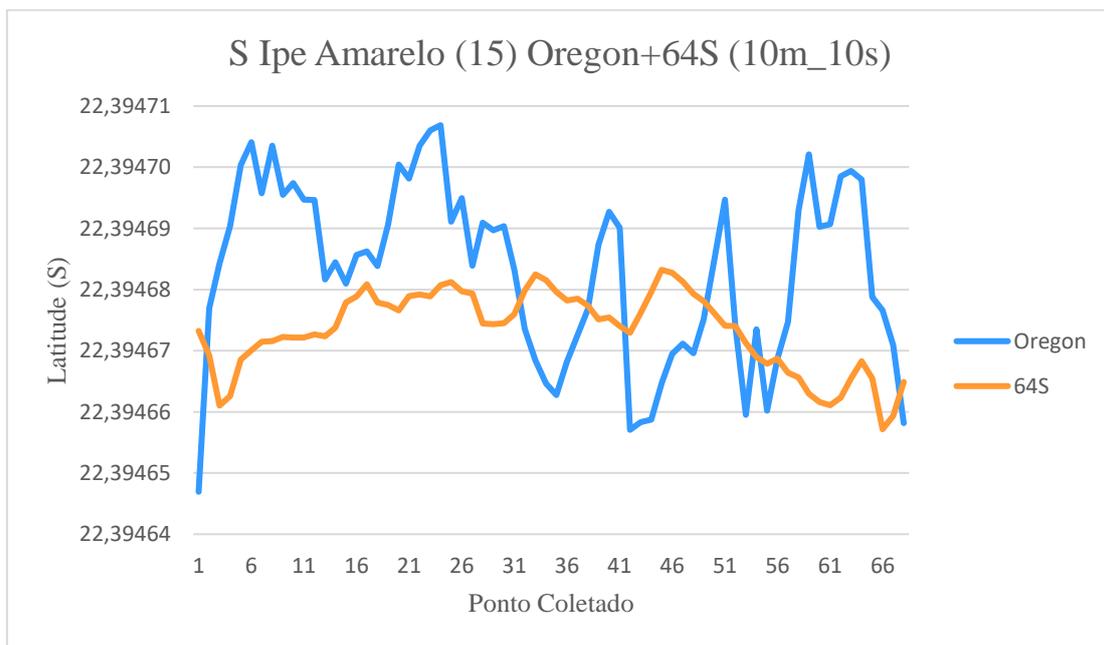
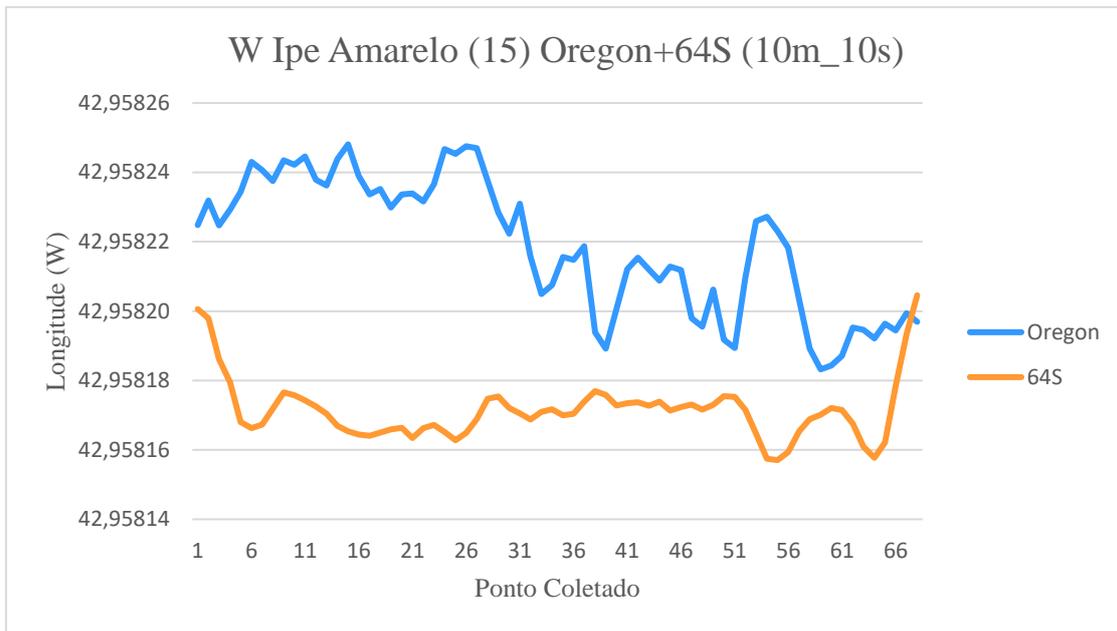
Os cálculos para quantificar a precisão produzida por cada dispositivo resultaram em dados de precisão média para cada ponto, além da precisão média gerada por cada dispositivo. Os resultados dessa análise são apresentados na Tabela 1, chegando-se à conclusão de que o drone apresenta uma qualidade bem melhor de dados. Quando é feita a comparação simultânea dos três dispositivos, conclui-se que o drone possui uma precisão aproximada de 13 vezes maior do que a calculada para o *GPS Garmin 64S*, e que este possui uma precisão aproximadamente 2,5 vezes maior que a do *GPS Garmin Oregon 550*.

Tabela 1: Dados de precisão média gerada pelos dispositivos para as seis amostras analisadas.

| Comparação <i>GPS Oregon 550</i> , <i>64S</i> e Drone <i>Phantom 4</i> - Precisão Média (metros) | | | | |
|--|---------------|-------------------|------------|-------------------|
| n° | ponto (muda) | <i>Oregon 550</i> | <i>64S</i> | <i>Phantom IV</i> |
| 4 | Guapuruvu | 2,27272 | 1,04904 | 0,12141 |
| 14 | Guapuruvu | 1,55618 | 1,39129 | 0,15851 |
| 15 | Ipê Amarelo | 2,37074 | 0,66734 | 0,10264 |
| 39 | Ipê de Jardim | 2,80856 | 0,68531 | 0,08056 |
| 9 | Pata de Vaca | 1,80582 | 0,84097 | 0,41638 |
| 5 | Tapia | 1,80583 | 0,27647 | 0,08942 |
| Precisão Média | | 2,10331 | 0,81840 | 0,16149 |

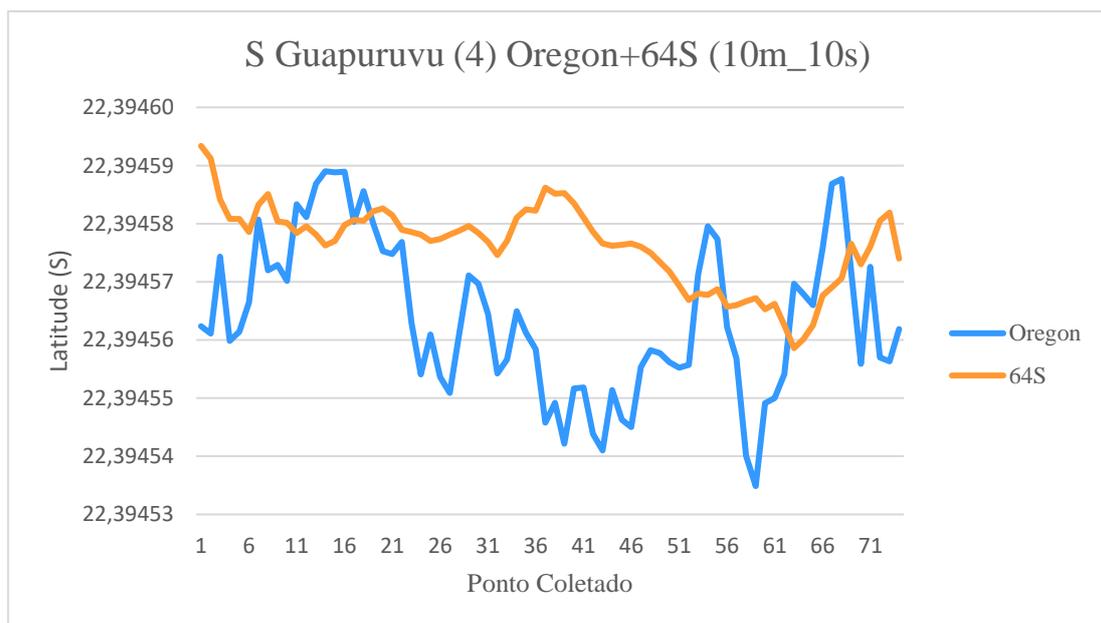
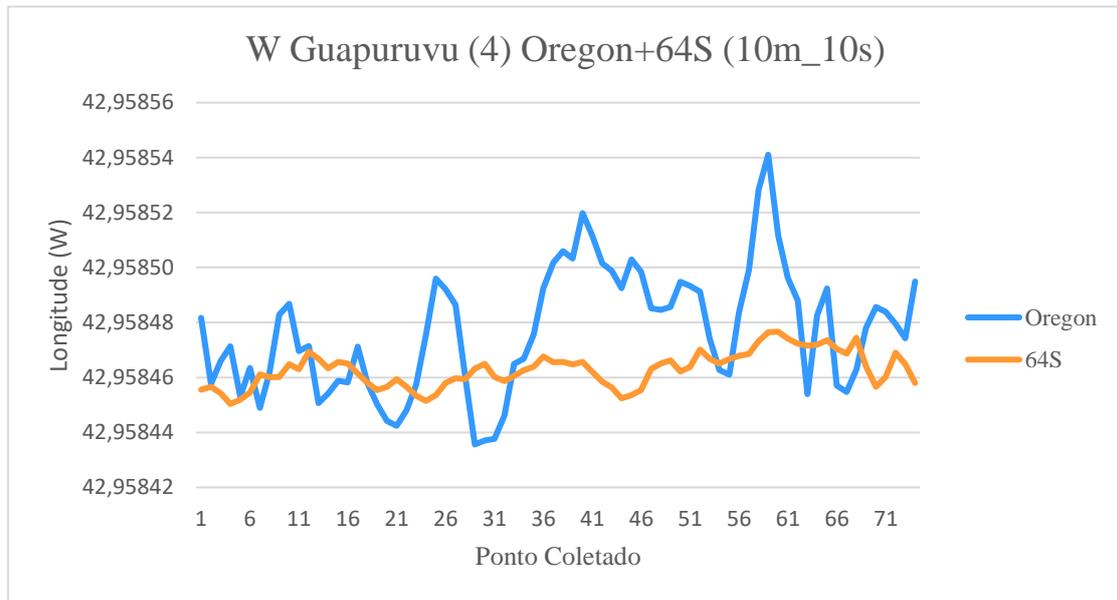
Fonte: autoria própria.

Figura 7: Precisão de pontos coletados pelos dispositivos *GPS* da amostra IPÊ AMARELO 15.



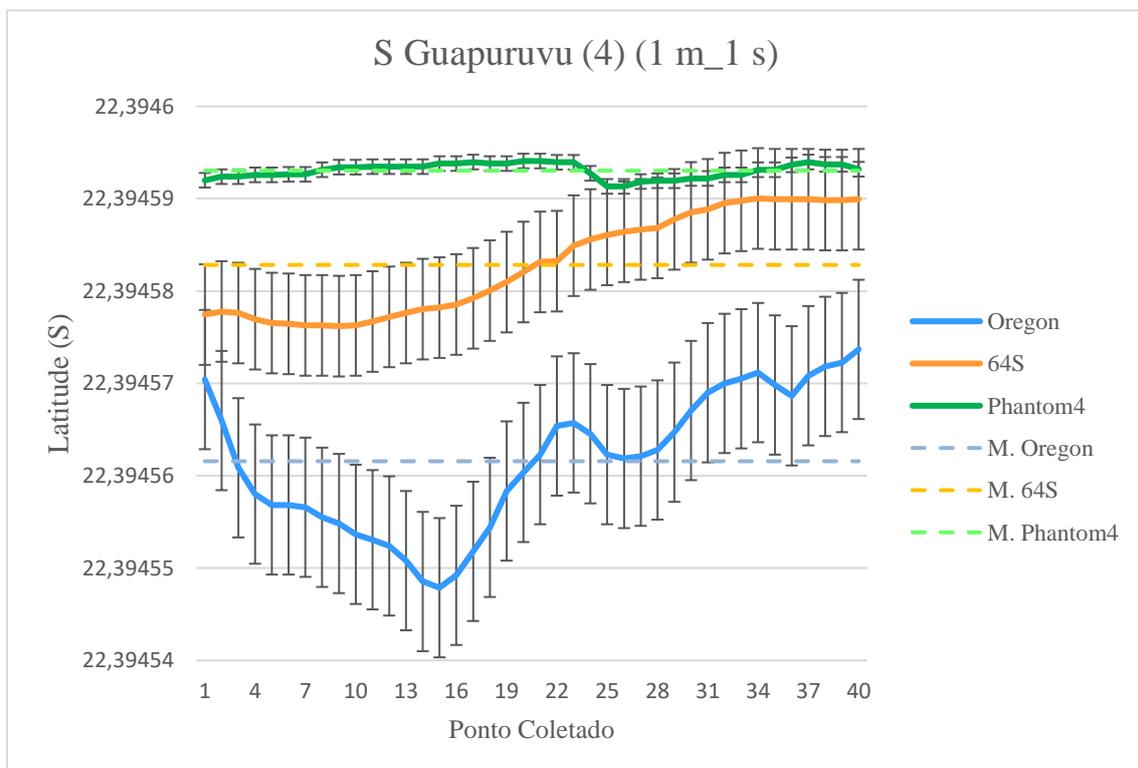
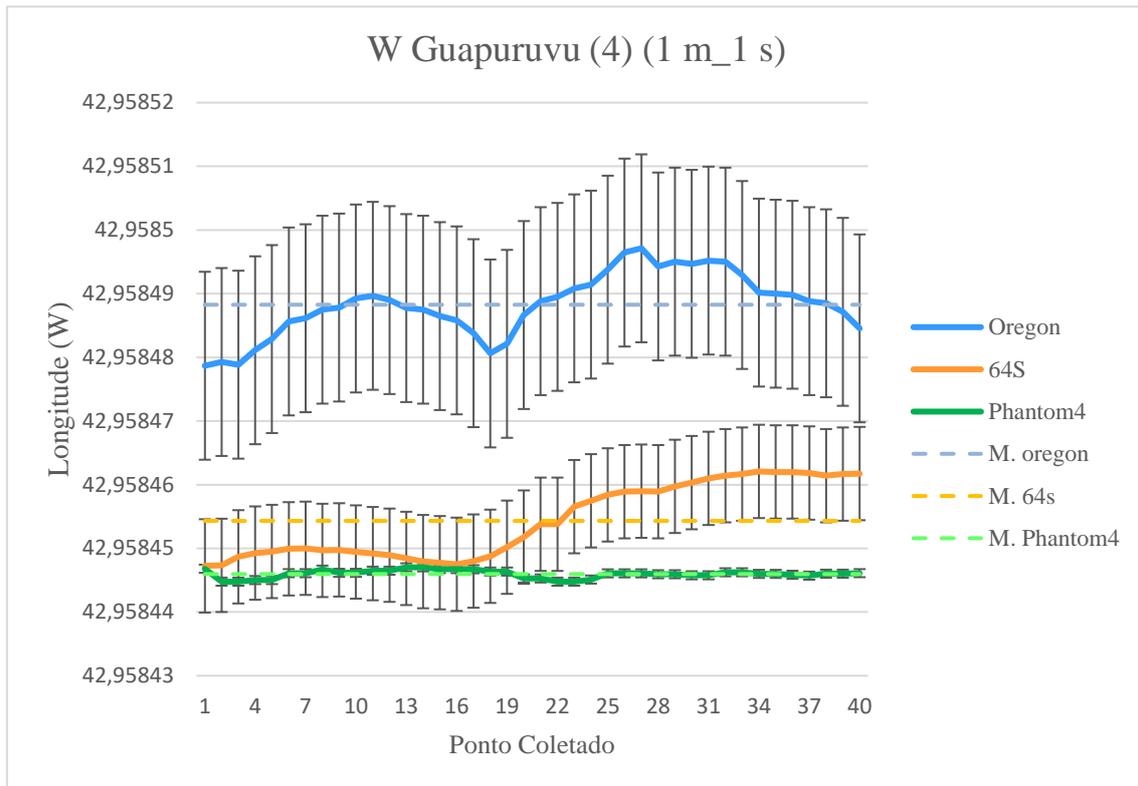
Fonte: autoria própria.

Figura 8: Precisão de pontos gerados entre os dispositivos *GPS* da amostra GUAPURUVU 04.



Fonte: autoria própria.

Figura 9: Precisão de pontos gerados pelos dispositivos *GPS* e pelo drone, da amostra GUAPURUVU 04.



Fonte: autoria própria.

Considerações finais

A precisão apresentada por um dispositivo é um dos indicativos da qualidade de um equipamento. Outra maneira de se qualificar e quantificar a precisão de um equipamento de *GPS* seria através de uma análise comparativa por meio de coletas de pontos cotados de maneira acurada, podendo ser utilizado um marco geodésico oficial, onde o par de coordenadas apresentam valores confiáveis para se comparar com os dispositivos submetidos ao teste de precisão.

A necessidade de equipamentos *GPS* mais sofisticados com custos mais acessíveis, vem fomentando a tendência do avanço tecnológico na área, e contribuindo para o aperfeiçoamento das características e funcionalidades de tais dispositivos, aumentando dessa maneira a precisão e, como consequência, a acurácia dos dados obtidos. A utilização de módulos *GPS* em veículos aéreos não tripulados e o avanço da tecnologia nessa área, vem contribuindo de maneira significativa para o desenvolvimento de equipamentos cada vez mais sofisticados, com custos e dimensões reduzidos, mas com maior precisão e qualidade dos dados obtidos.

A grande diferença observada nesse trabalho entre qualidade dos dados gerados pelo drone e a obtida a partir de dispositivos *GPS* portáteis era esperada, visto que a alta precisão na determinação do posicionamento da aeronave é essencial, por motivos de segurança. Como o módulo *GPS* é um dos componentes essenciais para esse tipo de equipamento, tanto para execução de voos automáticos quando para o posicionamento da câmera e do próprio aparelho durante o voo, a precisão dos dados obtidos pelo equipamento é fundamental. A própria definição de um local de partida e da rota a ser seguida exigem um bom posicionamento espacial. Entretanto não se tinha uma avaliação quantitativa dessa diferença, o que pode ser o diferencial na seleção e na utilização de um ou outro equipamento em pesquisas e análises distintas.

A análise realizada neste trabalho, e a confirmação dessa expectativa em relação à precisão dos dados obtidos, vem endossar o uso do drone *DJI Phantom IV*, de custo acessível, em estudos acadêmicos e pesquisas relacionadas à gestão ambiental, à geolocalização, e ao mapeamento de áreas que necessitam de algum tipo de intervenção, recuperação ou acesso remoto.

Referências

- ANDRADE, J. R. de C.; COSTA R. S. A. da; ANDRADE, L. de; PIRES, G. V. **Georreferenciamento E Planejamento Ambiental do Campus Quinta do Paraíso**. PICPE-2015 UNIFESO. Teresópolis. 2016
- BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. Atual Editora, São Paulo, 1988. 161p.
- COSTA, R. S. A. **Análise comparativa de dados coletados em áreas degradadas do Campus Quinta do Paraíso utilizando GPS e sensoriamento remoto (drones)**. Centro de Ciência e Tecnologia, UNIFESO, Teresópolis-RJ. 2016.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. São José dos Campos: Editora Parêntese, 2009.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. **Sistemas e Ciência da Informação Geográfica**. 3ª Edição, Porto Alegre: Bookman, 2013. 540p.

MIKHAIL, E.; ACKERMAN, F. **Observations and Least Squares**. University Press of America, 1976. 497 p.