

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**

CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

**ACURÁCIA DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO COM
RECEPTORES DE NAVEGAÇÃO**

LUCAS RAIMUNDO DA SILVA ARAÚJO

**PETROLINA, PE
2019**

LUCAS RAIMUNDO DA SILVA ARAÚJO

**ACURÁCIA DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO COM
RECEPTORES DE NAVEGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao IF SERTÃO-PE *Campus*
Petrolina Zona Rural, exigido para a obtenção
de título de Engenheiro Agrônomo.

**PETROLINA, PE
2019**

LUCAS RAIMUNDO DA SILVA ARAÚJO

**ACURÁCIA DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO COM
RECEPTORES DE NAVEGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão do Curso apresentado ao IF
SERTÃO-PE *Campus* Petrolina Zona Rural, exigido
para a obtenção de título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovado em: 11 de novembro de 2019.

Professor Dr. Miguel Julio Machado Guimarães

Professor Dr. Pablo Teixeira Leal de Oliveira

Professora Dra. Cristina Akemi Mogami

Dedico esse trabalho de conclusão de curso a Deus, pelas inúmeras vezes em que me ajudou, por ter me dado essa vitória e a toda minha família em especial aos meus pais que não mediram esforços para que eu pudesse cursar e concluir o curso dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pois em meio a tantas dificuldades, provas, lutas, foi Ele quem me socorreu, me deu paz para fazer as coisas possíveis e as impossíveis Ele fez por mim.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Petrolina Zona Rural, por a oportunidade de cursar o curso de Bacharelado em Agronomia, por todo o apoio possível a ele.

Aos meus orientadores, professor Miguel Julio e professora Cristina Akemi, por toda dedicação e paciência tida comigo.

Aos meus da AG 08, que formaram parte da minha família, pessoas incríveis, que estiveram sempre de braços abertos a receber todos. “É isso aí 08”.

Aos meu país, Evaristo Araújo e Rosa Araújo, meus irmãos Flávio, Fábria e Luana que, de maneira nenhuma me deixaram desistir nos momentos mais difíceis em que passamos em nossas vidas.

E a todos que de maneira direta ou indiretamente me ajudaram e toda a trajetória.

A vida é como topografia. Há picos de felicidades e sucessos, pequenos campos de rotina e vale de frustrações e fracassos.

(Calvin)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Perfil altimétrico das áreas avaliadas no estudo. (A) - área 3; (B) - área 2; (C) - área 1 e (D) - área 4.....15
- Figura 2. Perfil planimétrico das áreas estudadas. Área 2, área 3, área 1 e área 4 respectivamente. Linhas: GPS Geodésico (preta), C7 GPS Dados (vermelha), GPS Essencial (azul) e o RNC (verde).....16
- Tabela 1: Resultados da análise estatística descritiva dos erros de posicionamento das coordenadas UTM norte (ΔN), Este (ΔE), altitude geométrica (ΔH) e erro da distância horizontal (Δd)13
- Tabela 2: Área total, perímetro e seus respectivos erros (ΔA e ΔP) dos levantamentos realizados com diferentes receptores17
- Tabela 3: Variação percentual média dos levantamentos topográficos realizados com diferentes receptores de navegação19

SÚMARIO

1. INTRODUÇÃO	09
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4. CONCLUSÕES.....	20
5. REFERÊNCIAS.....	21

ACURÁCIA DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO REALIZADO COM RECEPTORES DE NAVEGAÇÃO

LUCAS RAIMUNDO DA SILVA ARAÚJO¹, CRISTINA AKEMI MOGAMI² & MIGUEL
JULIO MACHADO GUIMARÃES³

¹Graduando em Agronomia, IF Sertão do Sertão Pernambucano, PE 647, km 22, PISNC N – 4, Zona Rural, CEP: 56.302-970, Petrolina-PE/BRA, e-mail: lukas_araujo16@hotmail.com

²Orientadora, Professora EBTT, IF Sertão do Sertão Pernambucano, PE 647, km 22, PISNC N – 4, Zona Rural, CEP: 56.302-970, Petrolina-PE/BRA, e-mail: cristina.akemi@ifsertao-pe.edu.br

³Coorientador, Bolsista de Pós-doutorado, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Avenida Antônio Carlos Magalhães, 510 – Santo Antônio, CEP: 48.902-300, Juazeiro – BA/BRA, e-mail: mjmguimaraes@hotmail.com

RESUMO:A Topografia tem por finalidade o levantamento de dados para representar a superfície da Terra através de técnicas e equipamento que proporcionam alta representatividade. Com isto, objetivou-se com este estudo comparar tipos de receptores de dados geográficos na determinação de dados topográficos (levantamento planimétrico e altimétrico). O experimento foi conduzido no IF Sertão PE, campus Petrolina Zona Rural. Para a análise comparativa do desempenho no levantamento e mapeamento foi utilizado o receptor geodésico RTK Geodetic e os receptores GPSmap 76CSx (RNC) e um *smartphone* da marca Motorola®, modelo Moto G5, com os aplicativos mobile C7 GPS Dados e GPS Essentials previamente instalados. Para a delimitação das áreas foram alocados piquetes de madeira previamente identificados, formando uma poligonal fechada em cada área de estudo. Dessa maneira conclui-se que o receptor de navegação comercial apresentou os melhores resultados planimétricos e o *Smartphone* com GPS Essential o pior resultado. Para a altimetria, obteve o melhor resultado o *Smartphone* com C7 GPS Dados, e o pior sendo novamente o *Smartphone* com GPS Essential. Nenhum dos receptores analisados apresentou resultados satisfatórios para trabalhos que demandem alta precisão. Entretanto, podem ser utilizados para tarefas onde não haja necessidade de alta precisão.

PALAVRAS-CHAVE:GNSS, Cartografia, UTM.

ACCURACY OF TOPOGRAPHIC SURVEY PERFORMED WITH NAVIGATION RECEIVERS

ABSTRACT: The Topography aims to collect data to represent the surface of the Earth through techniques and equipment that provide high representativeness. Thus, this study aimed to compare types of geographic data receptors in the determination of topographic data (planimetric and altimetric survey). The experiment was conducted at IF Sertão PE, Petrolina Rural Zone campus. For the comparative analysis of the performance in the survey and mapping it was used the geodesic receiver RTK Geodetic and the GPSmap 76CSx (RNC) receivers and a smartphone of the Motorola© brand, model Moto G5, with the mobile applications C7 GPS Data and GPS Essentials previously installed. For the delimitation of the areas, previously identified wooden pickets were allocated, forming a closed polygonal in each study area. Thus, it is concluded that the commercial navigation receiver presented the best planimetric results and the Smartphone with Essential GPS the worst result. For the altimetry, the Smartphone with C7 GPS Data obtained the best result, and the worst was again the Smartphone with GPS Essential. None of the receivers analyzed presented satisfactory results for studies that demand high precision. However, they can be used for tasks where there is no need for high accuracy.

KEYWORDS: GNSS, Cartography, UTM.

INTRODUÇÃO

A Topografia tem por finalidade o levantamento de dados para representar uma parte por ela determinada da superfície da Terra. Para tal, são usados meios e técnicas que proporcionam precisão ao levantamento. Quanto mais preciso forem os equipamentos utilizados, melhor será a representação do espaço.

Os produtos gerados nos trabalhos de topografia podem ser utilizados para diversas áreas, podendo-se citar a construção civil e agricultura de precisão, onde essas informações possibilitam a medição de áreas, acompanhamento de obras, a cotação de nível do terreno (dato imprescindível para montar um sistema de irrigação), o alinhamento de fileiras da cultura a ser implantada de acordo com as curvas de nível, o melhor posicionamento de drenos e estradas, além de muitos outros benefícios o uso desses dados podem trazer (MACHADO et al., 2010).

Nos últimos anos a necessidade do uso de dados de geolocalização vem aumentando consideravelmente, de maneira que estas informações vêm sendo aprimoradas e dispostas em diversos eletrônicos que são de uso diário das pessoas, a exemplo dos *smartphones* que, devido a constantes evoluções, desenvolvimento e aprimoramento dos aplicativos, têm demonstrado ilimitadas opções de trabalho na área da Topografia (GONÇALVES e BORGES, 2016).

As diversidades desses aparelhos são inúmeras, podendo conter de acordo com o modelo do mesmo sistemas de GPS e A-GPS. O uso de *smartphone* para levantamentos topográficos é facilitado em sua maioria pelo sistema operacional Android que os mesmos possuem, porém o uso de aplicativos para essa finalidade deve ser testada para garantia a acurácia dos dados obtidos (GINDRI, 2011).

A acurácia na medição da posição é de suma importância para uma gestão precisa de qualquer atividade que venha a utilizar os dados obtidos com o uso de *smartphones* como receptores. A seleção adequada de receptores e o processamento destes dados também são importantes para uma melhor aquisição de dados de posicionamento. Atualmente com essa vasta gama de utilidade dos *smartphones*, contendo GPS e/ou A-GPS e auxiliados por aplicativos móveis GNSS para marcação de coordenadas, os GPS's de navegação estão sendo cada vez menos usados, além desses aplicativos virem acompanhados da opção de salvar as coordenadas por eles

coletadas em XML ou GPX, diminuindo o trabalho e tempo para a obtenção de mapas (GONÇALVES e BORGES, 2016).

Entretanto, o uso de equipamentos desta tecnologia sem observar as características técnicas quanto ao limite de precisão de cada aparelho, tem gerado inúmeros erros podendo até comprometer todo o resultado do trabalho realizado (MOREIRA et al., 2014). Dentro desse contexto, é possível verificar a necessidade de trabalhos que avaliem a capacidade dos diferentes tipos de receptores para execução de levantamentos e mapeamentos topográficos, bem como a exatidão dos produtos cartográficos oriundos desse levantamento.

Com isto, objetivou-se com este estudo comparar tipos de receptores de dados geográficos na determinação de dados topográficos (levantamento planimétrico e altimétrico).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, campus Petrolina Zona Rural, localizado no município de Petrolina-PE, PE 647, km 22, PISNC N – 4, Zona Rural. Para a análise comparativa do desempenho no levantamento e mapeamento foi utilizado o receptor geodésico RTK Geodetic GNSS Receiver (X900) (receptor que recebe sinal das ondas portadoras L1, L2, L2C e L5 para o sistema GPS e L1 e L2 para o sistema GLONASS) como referência, e os receptores GPSmap 76CSx (receptor de navegação, capaz de receber sinal do código C/A e habilitado a receber sinal WAAS) e um *smartphone* da marca Motorola®, modelo Moto G5 (receptor de navegação A-GPS, que recebe dados de suporte através de uma conexão de dados GPRS ou 3G.), com memória RAM de 4 GB e ROM de 32 GB, com os aplicativos mobile C7 GPS Dados e GPS Essentials previamente instalados como receptores a serem estudados.

Para seleção desses aplicativos, foi levado em conta a gratuidade (disponíveis no Google Play), além da facilidade do uso da interface dos mesmos, vindo já configurados. O modelo do *smartphone* (Moto G5) foi o escolhido por ser um Android e dos mais acessíveis no momento da coleta de dados, permitindo que mais pessoas possam ter resultados semelhantes nas coletas de dados.

O levantamento dos dados foi realizado no ano de 2018, onde foram selecionadas quatro áreas (área 1: 9°20'3.31"S e 40°41'54.81"O "Pivô Central"; área 2: 9°20'20.07"S e 40°41'59.37"O "Horta Velha"; área 3: 9°20'23.59"S e 40°41'43.81"O "Caprino Velha" e área 4: 9°20'17.48"S e 9°20'17.48"S "Casa do Reitor"), onde o critério para tal escolha foi baseado na inclinação em que cada área se encontra, das quais três possuem inclinação menor que 20° (áreas 1, 2 e 3) e uma maior que 20° (área 4). Sendo coletadas as coordenadas de cada vértice das quatro áreas pré-selecionadas, de forma a fazer o mesmo levantamento com os três receptores utilizados no estudo. Para a delimitação das áreas foram alocados piquetes de madeira previamente identificados, formando uma poligonal fechada em cada área de estudo. As coordenadas obtidas a partir do receptor Geodésico X900, com correção diferencial foram consideradas, para fins desse estudo, como coordenadas de referência do posicionamento.

Na sequência foi realizado a coleta dos dados nos mesmos pontos levantados com o Geodésico X900, agora com GPS 76CSx, aqui denominado de Receptor de navegação comercial (RNC), e os aplicativos C7 GPS Dados e GPS Essencial, denominados de *Smartphone* com C7 Dados e *Smartphone* com GPS Essencial, respectivamente, todos os dados foram coletados ao mesmo tempo em cada ponto, de modo a não haver diferença na captação dos dados e posteriores resultado divergentes da realidade. Todos os receptores foram configurados para obter coordenadas planas UTM e Datum Horizontal SIRGAS2000. As coordenadas obtidas no levantamento foram analisadas em coordenadas plano-retangulares no sistema de projeção UTM, segundo o referencial geodésico SIRGAS 2000, Zona 24 L.

De posse dos dados, adaptou-se a metodologia proposta por SIMÕES et al. (2017), onde foi possível determinar as discrepâncias entre coordenadas e a discrepância resultante, sendo: $\Delta E = ET - ER$; $\Delta N = NT - NR$; $\Delta H = HT - HR$ e $\Delta d = \sqrt{\Delta E^2 + \Delta N^2}$, onde ΔE são discrepâncias de coordenadas Este, ΔN discrepâncias de coordenadas Norte, Δd discrepância resultante, T são as coordenadas a serem testadas e R são as coordenadas de referência. Em posse das discrepâncias, realizou-se uma análise descritiva para determinar a média, o desvio padrão bem como valores máximos e mínimos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, é apresentado o resumo descritivo dos dados avaliados. Quando comparados “ponto a ponto”, os resultados obtidos indicam que o RNC apresentou os resultados de discrepância (Δd) inferior aos encontrados pelos demais receptores, com cerca de 2,074 m. O *Smartphone* com C7 GPS Dados apresentou resultados semelhantes, com um Δd de 2,164 m. Apesar do RNC apresentar menor Δd , pode-se observar maior valor de desvio padrão para esta variável, indicando assim uma maior dispersão destes dados em relação à média.

Quando comparados os dados altimétricos (ΔH), os menores valores de erros foram registrados nos pontos marcados com o *Smartphone* com C7 GPS Dados, com uma média de $2,363 \pm 1,699$ m. Tanto o RNC e o *Smartphone* com GPS Essential apresentaram ΔH superiores (6,399 e 8,562 m, respectivamente). Pode-se observar uma diferença considerável entre as coordenadas registradas com os aplicativos (C7 GPS Dados e GPS Essential) no mesmo *Smartphone*, indicando assim que a programação dos mesmos possa ter interferido na coleta destes dados, haja vista que os levantamentos foram realizados no mesmo dia, horário e local.

Tabela 1. Resultados da análise estatística descritiva dos erros de posicionamento das coordenadas UTM norte (ΔN), Este (ΔE), altitude geométrica (ΔH) e erro da distância horizontal (Δd).

Variável descritiva	Receptor de navegação comercial			
	ΔN	ΔE	ΔH	Δd
Média	1,072	1,535	6,399	2,074
Desvio padrão	1,034	1,289	5,644	1,386
Mínimo	0,012	0,190	0,049	0,281
Máximo	5,180	9,662	31,945	9,666
N	63	63	63	63
Variável descritiva	<i>Smartphone com C7 GPS Dados</i>			
	ΔN	ΔE	ΔH	Δd
Média	1,419	1,323	2,636	2,164
Desvio padrão	1,046	0,989	1,699	1,068
Mínimo	0,033	0,172	0,076	0,479
Máximo	5,420	3,839	8,154	5,725
N	63	63	63	63
Variável descritiva	<i>Smartphone com GPS Essencial</i>			
	ΔN	ΔE	ΔH	Δd
Média	1,290	1,942	8,562	2,571
Desvio padrão	0,994	1,905	2,454	1,850
Mínimo	0,002	0,044	1,424	0,079
Máximo	5,148	8,622	12,200	8,630
N	63	63	63	63

A utilização de *smartphones* em trabalhos topográficos já foi avaliado por diversos autores. Liu et al. (2019) avaliaram a precisão de medidas realizadas com

três aparelhos *smartphones*, os quais verificaram erros planimétricos e altimétricos de até 3 e 5 metros, respectivamente. Dabove e Di Pietra (2019) alcançaram erros na casa de centímetros quando avaliaram a precisão de coordenadas obtidas por *smartphones*, os quais afirmaram a viabilidade desta aplicação em dispositivos mobile. No entanto, os mesmos afirmaram que a principal barreira para se obter um levantamento mais preciso é saber onde a antena receptora está localizada dentro do *smartphone*, a qual geralmente não é geralmente informada pelos fabricantes.

Já Melo et al. (2011) avaliou a precisão de um GPS de navegação em relação às medidas obtidas por um teodolito eletrônico, os quais concluíram que não é aconselhável a utilização de *smartphones* em levantamentos topográficos que exijam grande precisão, podendo serem utilizados apenas como estimativa para determinação do perímetro e da área, como pode ser observado na figura 2, onde observa-se que as áreas levantadas com o *smartphone* e com o RNC destoam da área observada pelo GPS Geodésico.

Quando avaliados os perfis altimétricos confeccionados com os dados altimétricos de cada receptor, podemos observar que há uma discrepância, confirmada pelos dados da tabela 1, entre os perfis traçados pelo GPS geodésico e os demais receptores em todas as áreas avaliadas, reforçando assim as conclusões de Melo et al. (2019). No entanto, apesar destas diferenças, pode-se observar que, de forma geral, os receptores avaliados apresentaram uma tendência bem próxima ao perfil do GPS geodésico como pode ser observado na figura 1, sugerindo assim que as discrepâncias se estendem de forma uniforme em todas as medições realizadas, com exceção das medidas realizadas com o RNC no área 1, o qual apresentou comportamento distinto nas marcações entre os pontos P1 e P 6.

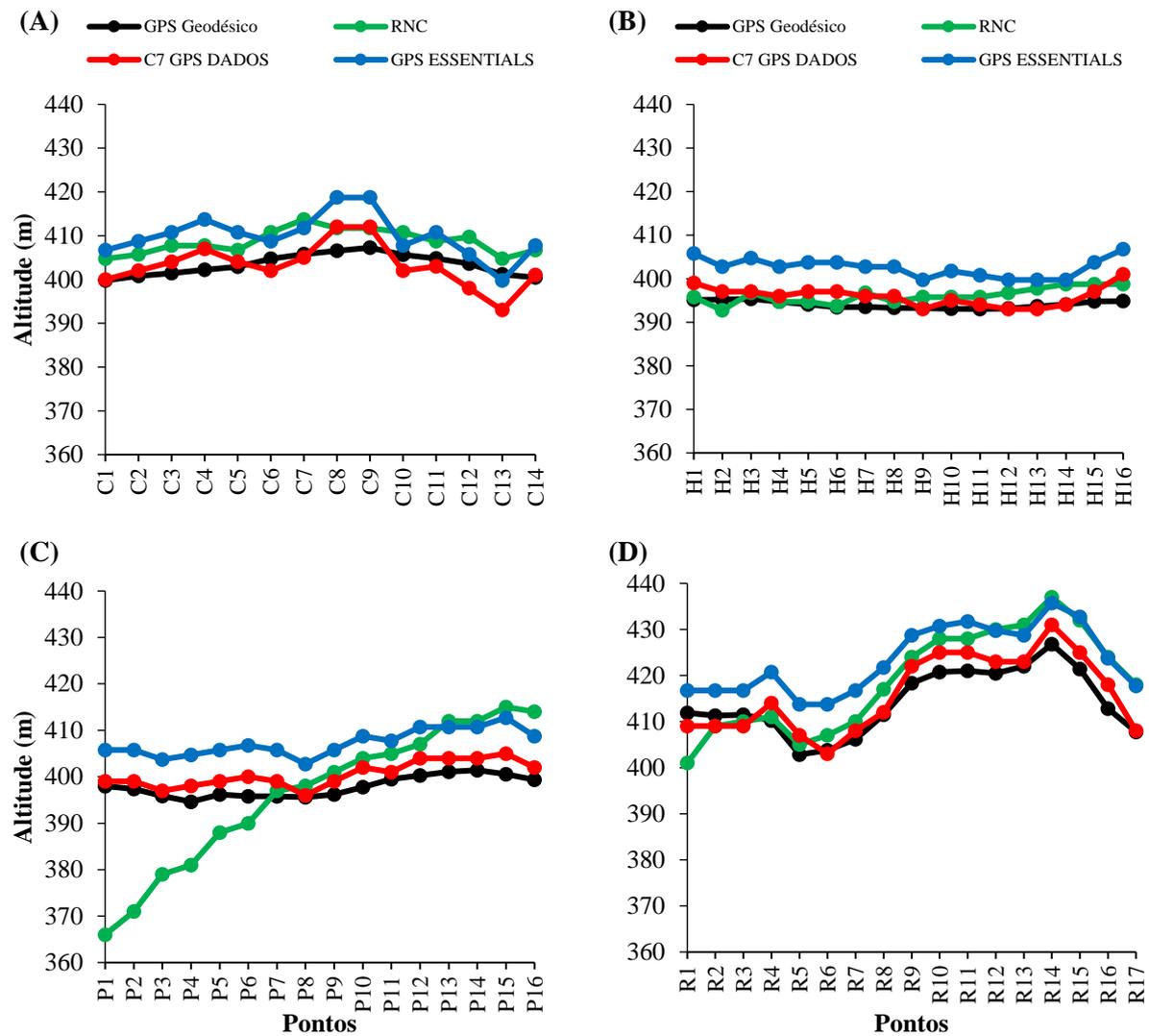


Figura 1. Perfil altimétrico das áreas avaliadas no estudo. (A) - área 3: 9°20'23.59"S e 40°41'43.81"O "Caprino Velha"; (B) - área 2: 9°20'20.07"S e 40°41'59.37"O "Horta Velha"; (C) - área 1: 9°20'3.31"S e 40°41'54.81"O "Pivô Central"; (D) - área 4: 9°20'17.48"S e 9°20'17.48"S "Casa do Reitor".

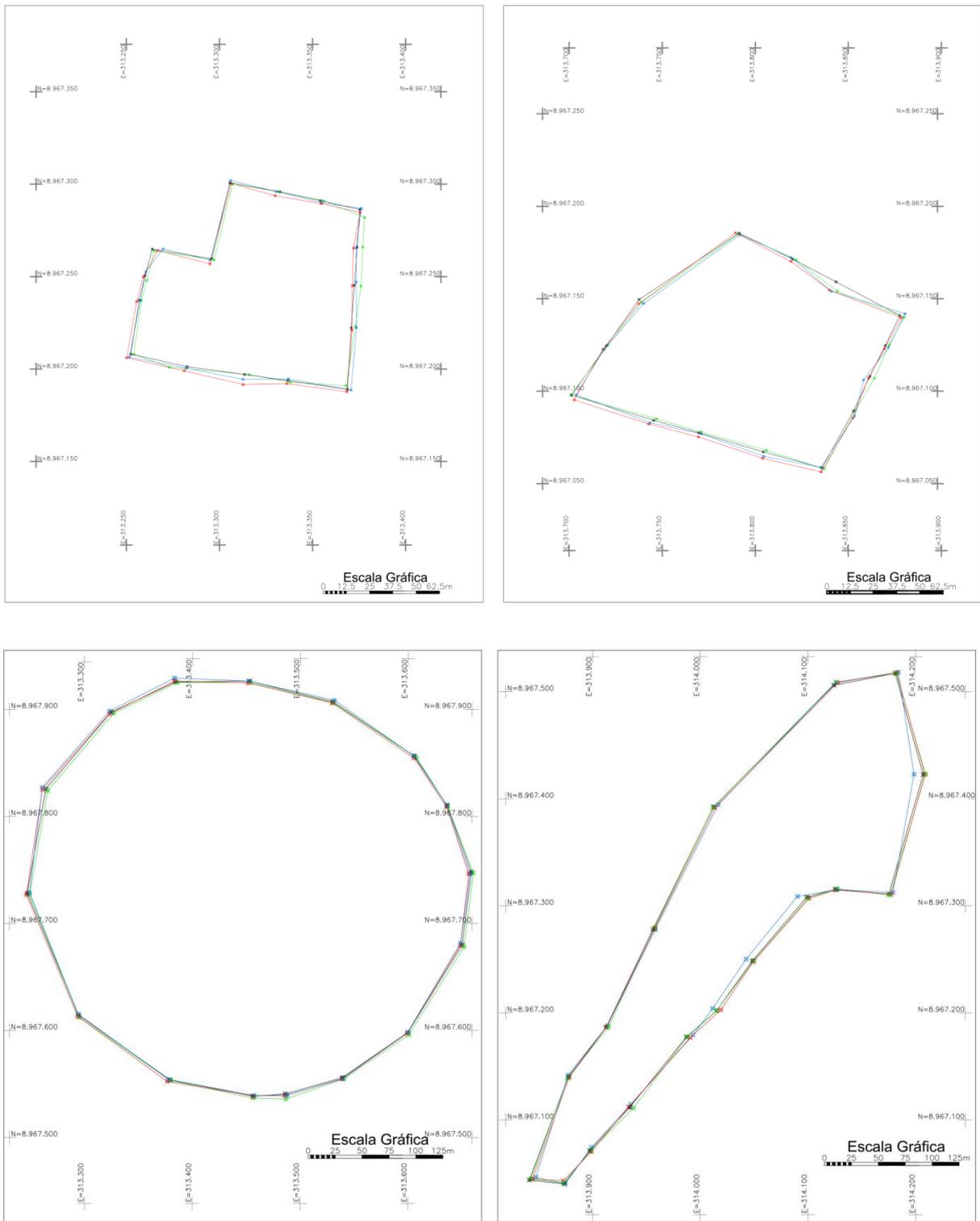


Figura 2. Perfil planimétrico das áreas estudadas. Área 2, área 3, área 1 e área 4 respectivamente. Linhas: GPS Geodésico (preta), C7 GPS Dados (vermelha), GPS Essencial (azul) e o RNC (verde).

Na tabela 2, podemos observar que os dados de área total e perímetro, atribuídos dos seus respectivos erros (ΔA e ΔP). Podemos assim verificar que na

avaliação de cada uma das quatro áreas houve erros diferentes de receptores diferentes, na caprinocultura o RNC subestimou a área, obtendo o maior erro no quesito, já quanto ao perímetro o maior erro também foi do RNC, entretanto ele superestimou.

Na área 1 observamos que houve superestimação do *Smartphone* com GPS Essential, em ambas (ΔA e ΔP), na área 2 o *Smartphone* com GPS Essential superestimou a área, enquanto que o RNC subestimou o perímetro. Na área 4, o maior erro foi observado pelo *Smartphone* com GPS Essential, no qual subestimou-a, assim como no perímetro.

Tabela 2. Área total, perímetro e seus respectivos erros (ΔA e ΔP) dos levantamentos realizados com diferentes receptores.

Receptor	Área 3: 9°20'23.59"S e 40°41'43.81"O "Caprino Velha"			
	Área (m ²)	Perímetro (m)	ΔA	ΔP
GPS Geodésico	13.030,07	457,59	-	-
GPS de Navegação Comercial	12.826,00	461,50	-204,07	3,91
<i>Smartphone</i> com C7 GPS Dados	13.140,60	460,40	110,53	2,81
<i>Smartphone</i> com GPS Essential	12.837,82	458,29	-192,25	0,70
Receptor	Área 1: 9°20'3.31"S e 40°41'54.81"O "Pivô Central"			
	Área (m ²)	Perímetro (m)	ΔA	ΔP
GPS Geodésico	121.864,8	1.249,50	-	-
GPS de Navegação Comercial	122.099,0	1.251,17	234,23	1,67
<i>Smartphone</i> com C7 GPS Dados	122.044,9	1.250,74	180,11	1,24
<i>Smartphone</i> com GPS Essential	122.256,0	1.252,07	391,19	2,57

Receptor	Área 2: 9°20'20.07"S e 40°41'59.37"O "Horta Velha"			
	Área (m ²)	Perímetro (m)	ΔA	ΔP
GPS Geodésico	9.794,18	419,49	-	-
GPS de Navegação Comercial	9.842,50	412,87	48,32	-6,62
<i>Smartphone</i> com C7 GPS Dados	9.947,08	423,70	152,90	4,21
<i>Smartphone</i> com GPS Essencial	9.996,36	424,24	202,18	4,75
Receptor	Área 4: 9°20'17.48"S e 9°20'17.48"S "Casa do Reitor"			
	Área (m ²)	Perímetro (m)	ΔA	ΔP
GPS Geodésico	53.484,35	1.281,65	-	-
GPS de Navegação Comercial	53.964,50	1.282,03	480,15	0,38
<i>Smartphone</i> com C7 GPS Dados	53.720,27	1.276,87	235,92	-4,78
<i>Smartphone</i> com GPS Essencial	51.418,79	1.276,67	-2065,56	-4,98

Podemos então observar que o maior erro em área de modo a verificar todos os pontos foi obtido com o *Smartphone* com GPS Essencial, obtendo um erro em percentagem de 1,96 ($\pm 1,54$), como mostrado na tabela 3, já em relação ao perímetro o maior erro observado foi com o RNC, obtendo 0,65 ($\pm 0,73$) de erro em percentagem, verificado na mesma tabela. Tendo o *Smartphone* com C7 GPS Dados o menor erro quanto a área 0,74% ($\pm 0,60$), já no perímetro o menor erro foi verificado no *Smartphone* com GPS Essencial com um erro de 0,47% ($\pm 0,45$).

Apesar dos erros encontrados tenham sido consideráveis, não ultrapassaram a margem de 3% considerando a variação para mais ou para menos, Alves Neto (2017) em seu trabalho usando *Smartphones* para aferições de áreas, encontrou erro de 40%, muito superior ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 3. Variação percentual média dos levantamentos topográficos realizados com diferentes receptores de navegação.

Receptor	Erro médio (%)	
	Área	Perímetro
GPS de Navegação Comercial	0,79 (\pm 0,61)	0,65 (\pm 0,73)
<i>Smartphone</i> com C7 GPS Dados	0,74 (\pm 0,60)	0,52 (\pm 0,38)
<i>Smartphone</i> com GPS Essencial	1,96 (\pm 1,54)	0,47 (\pm 0,45)

CONCLUSÕES

- 1 Dessa maneira conclui-se que o receptor de navegação comercial apresentou os melhores resultados planimétricos e o *Smartphone* com GPS Essencial o pior resultado.
- 2 Para a altimetria, obteve o melhor resultado o *Smartphone* com C7 GPS Dados, e o pior sendo novamente o *Smartphone* com GPS Essencial.
- 3 Nenhum dos receptores analisados apresentou resultados satisfatórios para trabalhos que demandem alta precisão. Entretanto, podem ser utilizados para tarefas onde não haja necessidade de alta precisão.

REFERÊNCIAS

- ALVES NETO A. et al. O uso de *smartphone* para aferição de áreas. Garça/SP: Editora FAEF, 2017. Vol 02, p. 109-115.
- BUESNEL, G. Threats to satellite navigation systems. *Network Security*. p. 14-18. mar. 2015.
- DABOVE, P.; DI PIETRA, V. Towards high accuracy GNSS real-time positioning with *smartphones*. *Advances in Space Research*, n. 63, v. 1, p. 94–102, 2019.
- GINDRI, A. F. Estudo de injeção de falhas para a máquina virtual do sistema Android. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 56 f. 2011.
- GONÇALVES, D. A. R.; BORGES, R. M. A. Utilização de aplicativos móveis no ensino da Topografia. *Evidência*, Araxá, v. 12, n. 12, p. 147-158, 2016.
- LAGO, I. F. Integração GPS e GLONASS Aplicada aos levantamentos geodésicos. Curitiba. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésicas) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 2001.
- LIU, W.; SHI, X.; ZHU, F.; TAO, X. WANG, F. Quality analysis of multi-GNSS raw observations and a velocity-aided positioning approach based on *smartphones*. *Advances in Space Research*, n. 63, v. 1, p. 2358–2377, 2019.
- MACHADO, M. L. et al. Mapeamento de áreas cafeeiras (*Coffea arabica* L.) da zona da mata mineira usando sensoriamento remoto. *Coffee Science*, Lavras, v. 5, n. 2, p. 113-122, maio/ago. 2010.
- MEDINA, A.S. Métodos de posicionamento GPS. Universidade Tuiuti. 2010.
- MELO, A. S.; MINÁ, A. J. S.; AQUINO, Í. S.; OLIVEIRA, A. G.; ASSIS, V. H. S. O uso do gps de navegação em pequenas áreas agrícolas. *Revista Verde*, v.6, n.4, p. 137 – 141, 2011.
- MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Unesp, 473 p., 2008.

MOREIRA, G. L.; LEMOS, O. L.; ROCHA, L. S.; SANTOS, K. C. O. Análise comparativa entre receptores gnss no mapeamento topográfico e padrão de exatidão cartográfica. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 10, n. 18, p. 214-223, 2014.

RÉQUIA, G. H. Desenvolvimento de aplicativos CR Campeiro MóBILE - Caso de teste: Sistema Operacional Android. 2013. 70 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.