

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE APLICATIVO GRATUITO PARA
FINS DE GEORREFERENCIAMENTO E CÁLCULO DE ÁREAS**

GUILHERME ANDRÉ MONTEIRO

JABOTICABAL

1º Semestre/2021

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE APLICATIVO GRATUITO PARA
FINS DE GEORREFERENCIAMENTO E CÁLCULO DE ÁREAS**

GUILHERME ANDRÉ MONTEIRO

Orientador: Prof. Dr. David Luciano
Rosalen.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da
Universidade Estadual Paulista, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

JABOTICABAL

1º Semestre/2021

M775d	Monteiro, Guilherme André Desenvolvimento e avaliação de aplicativo gratuito para fins de georreferenciamento e cálculo de áreas / Guilherme André Monteiro. -- Jaboticabal, 2021 31 p. : tabs., fotos Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientador: David Luciano Rosalen 1. Topografia. 2. Sistema de Posicionamento Global. 3. Aplicativos móveis. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



DEPARTAMENTO:

ENGENHARIA E CIÊNCIAS EXATAS

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Desenvolvimento e avaliação de aplicativo gratuito para fins de georreferenciamento e cálculo de áreas.

ACADÊMICO: Guilherme André Monteiro

CURSO: Engenharia Agrônoma

ORIENTADOR (ES): Prof. Dr. David Luciano Rosalen

Aprovado e corrigido de acordo com as sugestões da Banca Examinadora

BANCA EXAMINADORA:

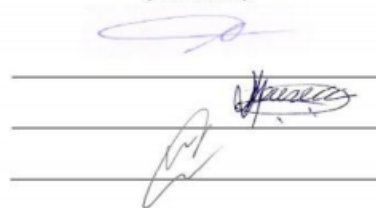
(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente Prof. Dr. David Luciano Rosalen

Membro Prof. Dr. Homero Fonseca Filho

Membro Prof. Dr. Néstor Di Leo



Jaboticabal 30 / 07 / 2021

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 05 / 08 / 2021

Aprovado "ad referendum" do
Conselho do Departamento



Chefe do Departamento

Prof. Dr. Rogério Teixeira de Faria

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Donizeti Monteiro e Silvia Lúcia André Monteiro, pelo apoio incondicional e força desde o início de minha trajetória educacional, antes e durante a graduação.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. David Luciano Rosalen pela amizade, orientação, paciência e dedicação durante o trabalho de conclusão de curso e também em grande parte da minha graduação.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processo nº 165379/2019-7) pela concessão bolsa de estudos (Programa PIBIT / UNESP).

Por fim, agradeço também ao desenvolvedor de sistemas Stewart Cintra e a todos que me ajudaram tanto de forma direta, como de forma indireta na realização desse trabalho.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
3	MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1	Desenvolvimento do aplicativo	11
3.2	Validação de campo	11
3.3	Mapeamento de áreas e perímetros	12
3.3.1	Mapeamento de pontos	13
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1	Desenvolvimento do aplicativo	15
4.2	Validação de campo para áreas e perímetros.....	16
4.3	Validação de campo para registro de pontos	19
5	CONCLUSÕES	21
	LITERATURA CITADA.....	22

Desenvolvimento e avaliação de aplicativo gratuito para fins de georreferenciamento e cálculo de áreas

Guilherme André Monteiro^a; David Luciano Rosalen^b

Resumo: Devido a importância da Agricultura Familiar, no cenário agrícola brasileiro, é fundamental garantir a esse segmento o acesso a novas tecnologias. Dentre elas, destacam-se aplicativos para *smartphones* destinados ao mapeamento de pontos, trajetos e glebas. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal desenvolver um aplicativo gratuito denominado de GeoMapp para uso em *smartphones* com sistema operacional Android. No desenvolvimento do aplicativo utilizou-se o *software* NetBeans e as linguagens de programação Javascript, HTML5 e CSS; também, foi empregado o SQLite através do Async. A validação do aplicativo foi realizada através da medição de três glebas de terras e de duas estações geodésicas de referência homologadas junto ao IBGE; utilizou-se, também, dados de outros dois aplicativos já disponíveis no mercado e valores de referência oriundos de método de posicionamento GNSS de elevada acurácia. As funções de mapeamento do GeoMapp funcionaram satisfatoriamente, obtendo resultados compatíveis aos outros dois aplicativos e, apresentando, valores de acurácia no cálculo de áreas, perímetros e na determinação da posição das estações geodésicas compatíveis ao método de posicionamento GNSS adotado por essa tecnologia. Portanto, o GeoMapp será disponibilizado, gratuitamente, em lojas virtuais para download e uso por agricultores e demais usuários.

Palavras-chave: Geotecnologia. Topografia. GNSS. Software. Android.

a Estudante de Engenharia Agrônoma pela UNESP – Universidade Estadual Paulista. andre.monteiro@unesp.br. <https://orcid.org/0000-0001-8278-4651>.

b Doutor em Ciências. Professor da UNESP – Universidade Estadual Paulista. david.rosalen@unesp.br. <https://orcid.org/0000-0003-1759-9673>.

Free application development and evaluation for georeferencing and area calculation purposes

Guilherme André Monteiro^a; David Luciano Rosalen^b

Abstract: Due to the importance of Family Farming in the Brazilian agricultural scenario, it is essential to guarantee this segment access to new technologies. Among them, smartphone applications stand out for mapping waypoints, tracks and fields. In this context, the present work had as main objective to develop a free application called GeoMapp for use in smartphones with Android operating system. In the development of the application, the NetBeans software and the programming languages Javascript, HTML5 and CSS were used; also, SQLite was used via Async. The validation of the application was carried out by measuring three land plots and two geodetic survey marker approved by the IBGE; data from two other applications already available on the market and reference values from a highly accurate GNSS positioning method were also used. The GeoMapp mapping functions worked satisfactorily, obtaining results compatible with the other two applications and, presenting accuracy values in the calculation of areas, perimeters and in determining the position of geodetic survey compatible with the GNSS positioning method adopted by this technology. Therefore, GeoMapp will be available, free of charge, in virtual stores for download and use by farmers and other users.

Keywords: Geotechnology. Surveying. GNSS. Software. Android.

-
- a Student in Agricultural Engineering at UNESP – State University Paulista. andre.monteiro@unesp.br.
<https://orcid.org/0000-0001-8278-4651>.
- b Ph.D in Science. Professor at UNESP – State University Paulista. david.rosalen@unesp.br.
<https://orcid.org/0000-0003-1759-9673>.

Desarrollo y evaluación de aplicaciones gratuitas con fines de georreferenciación y cálculo de áreas

Guilherme André Monteiro^a; David Luciano Rosalen^b

Abstract: Debido a la importancia de la Agricultura Familiar en el escenario agrícola brasileño, es fundamental garantizar el acceso de este segmento a las nuevas tecnologías. Entre ellas, destacan las aplicaciones para teléfonos inteligentes para mapear puntos, caminos y áreas. En este contexto, presente trabajo tuvo como objetivo principal desarrollar una aplicación gratuita denominada GeoMapp para su uso en teléfonos inteligentes con sistema operativo Android. En desarrollo de la aplicación se utilizó el software NetBeans y los lenguajes de programación Javascript, HTML5 y CSS; Además, SQLite se usó con Async. La validación de la aplicación se realizó mediante la medición de tres terrenos y dos marcos geodésicos de referencia aprobadas por IBGE; También utilizaron datos de otras dos aplicaciones ya disponibles en mercado y valores de referencia del método de posicionamiento GNSS de alta precisión. Las funciones de mapeo de GeoMapp funcionaron satisfactoriamente, obteniendo resultados compatibles con las otras dos aplicaciones y, presentando valores de precisión en cálculo de áreas, perímetros y en determinación de posición de marcos geodésicos compatibles con método de posicionamiento GNSS adoptado por esta tecnología. Por lo tanto, GeoMapp estará disponible, gratuita, en tiendas virtuales para su descarga y uso por parte de agricultores y otros usuarios.

Palabras clave: Geotecnología. Topografía. GNSS. Software. Android.

a Estudiante de Ingeniería Agrícola en la UNESP – Universidad Estatal Paulista.
andre.monteiro@unesp.br. <https://orcid.org/0000-0001-8278-4651>.

b Doctorado en Ciencias. Profesor de la UNESP – Universidad Estatal Paulista.
david.rosalen@unesp.br. <https://orcid.org/0000-0003-1759-9673>.

1 INTRODUÇÃO

O mapeamento de glebas agrícolas é de grande importância para o setor do agronegócio, uma vez que as informações obtidas possibilitam um melhor uso de insumos. Sendo assim, este contribui não só com produtividade das lavouras, mas, também, com a redução de impactos ambientais (LOPES; GUILHERME, 2000).

Cerca de 77% das propriedades rurais brasileiras são classificadas como Agricultura Familiar e, estas, geram um valor de produção que alcança cerca de R\$ 107 bilhões, valor equivalente a 23% de toda a produção agropecuária brasileira (IBGE, 2017). Devido a importância da Agricultura Familiar, no cenário econômico, é fundamental a inclusão e o acesso às novas tecnologias por este setor. Destaca-se que já é uma realidade a existência de aplicativos gratuitos e/ou de baixo custo para dispositivos móveis voltados para Geotecnologias e para Agricultura.

Apesar do grande potencial dos aplicativos para dispositivos móveis na agricultura, ainda há uma adoção relativamente lenta em comparação com outras áreas; no entanto, estes têm sido valorizados e adotados. Destaca-se, também, que a necessidade do desenvolvimento de novos aplicativos para facilitar as diferentes tarefas dos produtores rurais, está crescendo e, conseqüentemente, tornando-se, uma ferramenta quase indispensável.

Para o desenvolvimento de aplicativos é necessário criar o algoritmo de programação, que constitui um conjunto de ações que controlam o comportamento físico e lógico de processador. Quando se trata do ambiente *web*, a linguagem de marcação HTML5 (*Hyper Text Markup Language* ou Linguagem de Marcação de HiperTexto) é, atualmente, a mais utilizada, pois garante maior facilidade não só para os desenvolvedores, como também para os usuários, permitindo o acesso a aplicativos mais leves e com pouca dependência de terceiros (SCHROEDER, 2012).

Em lojas virtuais encontram-se aplicativos cuja função principal é o mapeamento de pontos, trajetos e glebas. Um exemplo é o C7 GPS Dados desenvolvido pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); este, é capaz de realizar mapeamentos e respectivos cálculos de áreas e perímetros, armazenando os resultados num arquivo-texto.

Outro exemplo é o Fields Area Measure desenvolvido pela Farmis, com funções semelhantes ao aplicativo da UFSM; porém, permite o intercâmbio de dados no formato *Keyhole Markup Language* (KML). Esses aplicativos são utilizados em *tablets* e *smartphones*, sendo encontrados em lojas virtuais, tais como Google Play e App Store. Destaca-se que outro fator que favorece o uso de aplicativos para dispositivos móveis é, segundo Mendes et al. (2020), o crescimento acentuado do número de pessoas portadoras de *smartphones* e o respectivo acesso à *internet*.

Os mapeamentos usuais realizados por aplicativos em *smartphones* utilizam o posicionamento GNSS (*Global Navigation Satellite System*), método de Posicionamento por Ponto Simples (PPS). Esse método, conforme Monico (2008), garante uma qualidade na ordem de metros.

Diante do contexto apresentado, o presente trabalho tem como objetivo desenvolver um aplicativo gratuito para *smartphones* denominado de GeoMapp, destinado para o mapeamento de glebas de terras e que possa ser utilizado, principalmente, pelos agricultores familiares, facilitando assim, o acesso a essa modalidade de tecnologia.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal desenvolver um aplicativo para *smartphones* (sistema operacional Android) denominado de GeoMapp, o qual será futuramente disponibilizado de forma gratuita. Este terá funções de mapeamento de pontos, trajetos e glebas, além de permitir o registro de coordenadas e o cálculo de áreas e de perímetros.

Como objetivos específicos, validar o algoritmo do aplicativo GeoMapp, comparando-o com outros aplicativos já disponíveis e com valores de referência. Validação para o cálculo de áreas e de perímetros e, para a determinação de coordenadas de pontos. Por fim, determinar a Tendência, Precisão e Acurácia obtidas no PPS utilizando-se de aplicativos instalados em *smartphones*.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Desenvolvimento do aplicativo

Para o desenvolvimento dos códigos de programação utilizou-se o *software* gratuito NetBeans v.11.1; um programa de ambiente de desenvolvimento integrado de código aberto compatível com diversas linguagens de programação, como descrito em Boudreau et al. (2002). No desenvolvimento do aplicativo, utilizou-se as linguagens de programação Javascript, HTML5 e CSS (*Cascading Style Sheets*); também, foi empregado o SQLite através do Async Storage como banco de dados para armazenamento, como recomendado por Owens (2006) e Gaonkar et al. (2019), sendo que todos foram modulados na memória cachê do *smartphone*. Recorreu-se à Interface de Programação de Aplicativos (API) do Google Maps para as aplicações de georreferenciamento (SILVEIRA; OLIVEIRA; JUNGER, 2017).

Para os cálculos de áreas e de perímetros foram empregados os processos computacionais que utilizam métodos analíticos. No caso de áreas, a formulação matemática é realizada com a ligação dos pontos que definem o polígono da área e, a partir destes, são formados trapézios e a área é calculada. Esse método é conhecido como método de Gauss (VEIGA; ZENETTI; FAGGION, 2012). Para perímetros, utilizou-se o cálculo da distância Euclidiana bidimensional para cada segmento do perímetro, somando-se, no final, todas essas distâncias para se obter o valor total.

3.2 Validação de campo

Foram realizados dois experimentos para validar o aplicativo desenvolvido. Em ambos, os valores encontrados foram comparados com os valores de dois outros aplicativos já utilizados e disponíveis no Google Play Store, assim como com os valores de referência.

No primeiro experimento, mapeou-se três glebas de diferentes tamanhos para verificar não só os valores obtidos pelo aplicativo, mas também averiguar se o tamanho da gleba influencia os resultados.

No segundo experimento foram mapeadas duas estações geodésicas homologadas no Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Neste caso, também foram comparados os

valores obtidos de coordenadas pelos aplicativos nas duas estações, de maneira a verificar se a qualidade dos resultados era mantida em ambas as estações.

3.3 Mapeamento de áreas e perímetros

O experimento de validação do mapeamento de áreas e de perímetros foi conduzido em três glebas de diferentes dimensões (valores de referência): 7.884 m² (0,7884 ha), 156.973 m² (15,6973 ha) e 371.677 m² (37,1677 ha), denominadas de glebas A, B e C, respectivamente. A Gleba A localiza-se em um bairro vizinho ao campus universitário e as outras glebas estão localizadas no campus da FCAV/UNESP, Município de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

As glebas foram mapeadas cinco vezes (repetições) por meio de três aplicativos:

- 1) GeoMapp v. 1.0 (aplicativo desenvolvido no presente trabalho);
- 2) C7 GPS Dados v. 1.0 (UFSM, Brasil), disponível na Play Store;
- 3) Fields Área Measure v. 2.09 (Farmis, Hungria), disponível na Play Store.

O método de posicionamento GNSS utilizado nesses mapeamentos foi o Posicionamento por Ponto Simples (PPS), e o *smartphone* empregado foi o modelo J2 Core (Samsung Electronics Co., Coreia do Sul). Os mapeamentos ocorreram no mesmo dia e em horários próximos. Os pontos foram registrados em um intervalo de aproximadamente 10 segundos de caminhada.

Destaca-se que essas glebas foram anteriormente mapeadas por meio do posicionamento GNSS Relativo Semicinemático, utilizando-se o receptor modelo R6 (Trimble Navigation Limited, EUA) e coletor de dados modelo TSC3 (Trimble Navigation Limited, EUA). Esse mapeamento e os resultados são descritos em Rosalen et al. (2014). Esses resultados foram considerados como os valores de referência (valores verdadeiros de área e de perímetro). Os valores de referência foram comparados com os dados obtidos nos mapeamentos, sendo calculados os erros relativos em módulo para áreas e perímetros.

Os erros relativos de áreas e perímetros foram submetidos à análise de variância (ANOVA), considerando-se dois fatores de variação (tamanho da área e aplicativo) e ao

Teste de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5%. Para análise estatística foi utilizado o *software* AgroEstat v.1.1.0.712. Utilizou-se de planilha eletrônica para a tabulação e organização dos dados.

Por fim, com os erros relativos em módulo, foram calculadas a tendência, a precisão e a acurácia, conforme descrito em Ghilani e Wolf (2006) e Mikhail e Gracie (1981) para os valores de áreas e de perímetros.

3.3.1 Mapeamento de pontos

O mapeamento de ponto foi conduzido em duas estações geodésicas homologadas ao SGB (SAT-93901 e SAT-91613) e localizadas no campus universitário da FCAV/UNESP, Município de Jaboticabal, Estado de São Paulo.

As glebas foram mapeadas cinco vezes (repetições), utilizando-se três aplicativos:

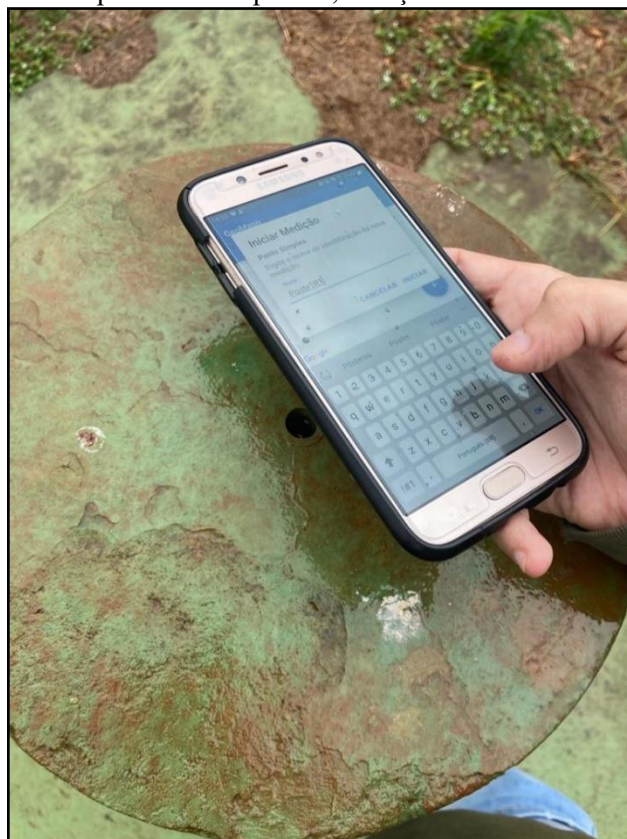
- 1) GeoMapp v. 1.0 (aplicativo desenvolvido no presente trabalho);
- 2) C7 GPS Dados v. 1.0 (UFSM, Brasil), disponível no PlayStore;
- 3) Fields Área Measure v. 2.09 (Farmis, Hungria), disponível no PlayStore.

O método de posicionamento GNSS utilizado nesses mapeamentos, assim como o *smartphone* utilizado foram os mesmos descritos no item 3.2.1. Os mapeamentos ocorreram no mesmo dia e em horários próximos e realizou-se o registro das coordenadas posicionando o *smartphone* sob o ponto central do marco (Figura 1).

Os valores de referência para as coordenadas das duas estações geodésicas são fornecidos pelo IBGE, órgão federal responsável pelo SGB. Destaca-se que o SGB é utilizado como referência em atividades de posicionamento, abrangendo informações planimétricas, altimétricas e gravimétricas de suas estações (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2020).

As coordenadas obtidas nos mapeamentos foram comparadas com os valores de referência, sendo calculada a precisão posicional conforme descrita no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (2013).

Figura 1 – Mapeamento de pontos, Estação Geodésica SAT-93901.



Fonte: Autores.

As precisões posicionais calculadas foram submetidas a análise de variância (ANOVA), considerando-se dois fatores de variação (estação geodésica e aplicativo) e ao Teste de Tukey. O nível de significância considerado foi de 5%. Para análise estatística foi utilizado o *software* AgroEstat v.1.1.0.712. Para transformação de coordenadas foi utilizado o *software* QGIS v3.10.8-A. Utilizou-se de planilha eletrônica para a tabulação e organização dos dados.

Adotou-se como sistema geodésico o SIRGAS 2000 e como projeção cartográfica para o cálculo das coordenadas plano-retangulares a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 22 e Hemisfério Sul.

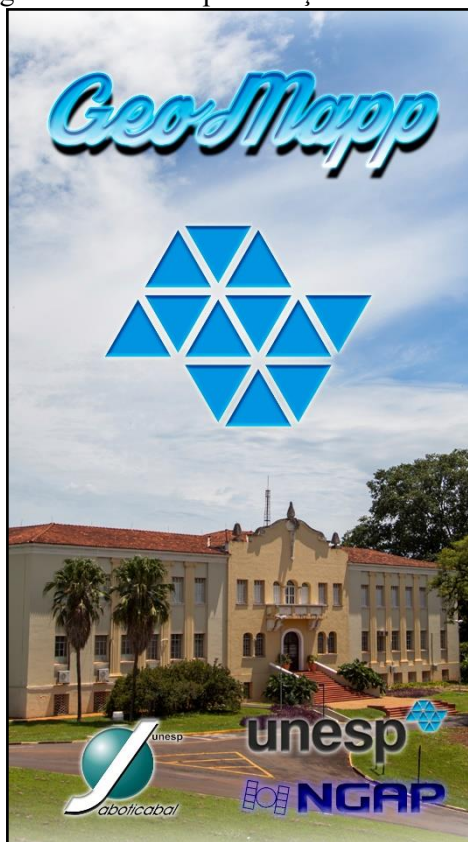
Além das precisões posicionais (planimetria) foram calculadas a tendência, a precisão e a acurácia, conforme descrito em Ghilani e Wolf (2006) e Mikhail e Gracie (1981) para os valores de planimetria e, para a altimetria, calculou-se a tendência e a acurácia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desenvolvimento do aplicativo

Ao abrir o GeoMapp é exibida a tela de entrada do aplicativo (Figura 2). Não é necessário realizar um cadastro de conta. Após a inicialização do aplicativo é preciso ativar o serviço de localização do aparelho celular.

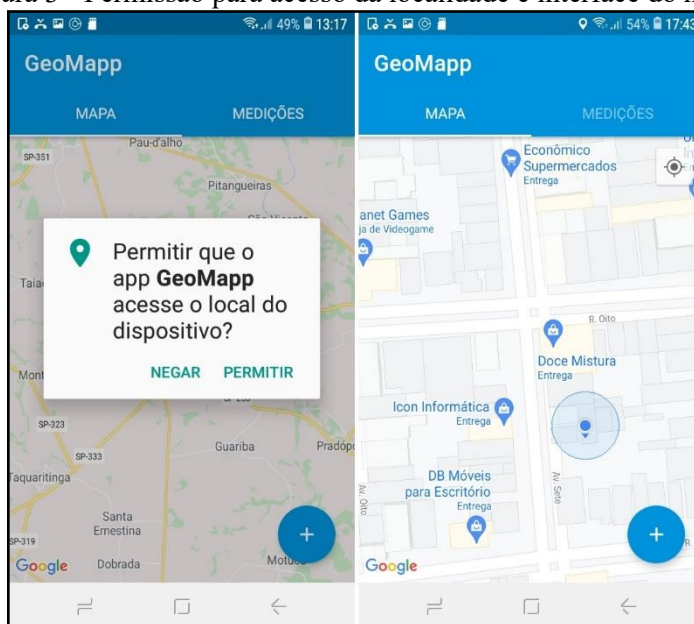
Figura 2 - Tela de apresentação do GeoMapp.



Fonte: Autores.

Na sequência é exibida a tela na qual o aplicativo pede permissão para usar a localização atual do celular (Figura 3), sendo também exibida a aba “Mapa”. Nessa interface é possível visualizar o botão adicionar, simbolizado por um “+”, localizado no canto inferior direito da tela. Também, existe a função de fazer o reposicionamento do mapa para a localização atual do usuário clicando no botão “Meu Local” , que está abaixo da aba medições no canto superior direito da tela.

Figura 3 - Permissão para acesso da localidade e interface do mapa.



Fonte: Autores.

4.2 Validação de campo para áreas e perímetros

Na Tabela 1, os resultados indicam que, tanto para área como para perímetro, não houve diferença significativa entre os erros relativos em módulo obtidos nos três aplicativos. Esse resultado indica que o GeoMapp é similar aos aplicativos já existentes.

Tabela 1 - Teste de Tukey para os erros relativos em módulo (Fonte de variação: Aplicativos).

Aplicativo	Erro relativo (%) [*]	
	Área	Perímetro
GeoMapp	1,39 a	0,65 a
C7 GPS Dados	1,79 a	0,70 a
Fields Area Measure	1,97 a	0,85 a
Diferença mínima significativa (5%)	1,12	0,50

^{*} Letras distintas indicam diferença significativa a 5% de significância.

Já na Tabela 2 os resultados indicam que o erro relativo em módulo foi significativamente maior, tanto para área como para perímetro, para a menor gleba (Gleba A). Assim é possível dizer que o tamanho da área interferiu na qualidade do levantamento. Para as áreas maiores (Glebas B e C) não houve diferença estatística.

Tabela 2 - Teste de Tukey para os erros relativos em módulo (Fonte de variação: Tamanho da gleba).

Gleba	Erro relativo (%) [*]	
	Área	Perímetro
A	3,95 a	1,20 a
B	0,92 b	0,62 b
C	0,28 b	0,34 b
Diferença mínima significativa (5%)	1,12	0,50

* Letras distintas indicam diferença significativa a 5% de significância.

A Tabela 3 contém os resultados dos parâmetros de qualidade, para área e perímetro. Valores estes obtidos do mapeamento na Gleba A.

Tabela 3 - Resultados obtidos do mapeamento na Gleba A.

Valor de Referência*		GeoMapp	Fields Area Measure	C7 GPS Dados
Gleba A				
Área				
Média (m ²)	7.884,0	8.107,8	8.231,4	8.048,0
Tendência (m ²)	-	223,8	347,4	164,0
Precisão (m ²)	-	186,4	139,9	388,0
Acurácia (m ²)	-	291,1	374,5	421,3
Acurácia Relativa (%)	-	3,7	4,8	5,3
Perímetro				
Média (m)	355,0	358,3	357,3	352,1
Tendência (m)	-	3,3	2,3	-2,9
Precisão (m)	-	3,6	4,1	5,9
Acurácia (m)	-	4,9	4,7	6,6
Acurácia Relativa (%)	-	1,4	1,3	1,8

* Fonte: Rosalen (2014).

A Tabela 4 contém os resultados dos parâmetros de qualidade, para área e perímetro. Valores estes obtidos do mapeamento na Gleba B.

Tabela 4 - Resultados obtidos do mapeamento na Gleba B.

	Valor de Referência*	GeoMapp	Fields Area Measure	C7 GPS Dados
Gleba B				
Área				
Média (m ²)	156.973,0	158.133,7	158.817,3	158.313,0
Tendência (m ²)	-	1.160,7	1.844,3	1.340,0
Precisão (m ²)	-	880,2	384,3	1.149,0
Acurácia (m ²)	-	1.456,7	1.883,9	1.765,2
Acurácia Relativa (%)	-	0,9	1,2	1,1
Perímetro				
Média (m)	1.958,0	1.969,8	1.975,4	1.965,2
Tendência (m)	-	11,8	17,4	7,2
Precisão (m)	-	6,6	12,2	2,9
Acurácia (m)	-	13,5	21,3	7,8
Acurácia Relativa (%)	-	0,7	1,1	0,4

* Fonte: Rosalen (2014).

A Tabela 5 contém os resultados dos parâmetros de qualidade, para área e perímetro. Valores estes obtidos do mapeamento na Gleba C.

Tabela 5 - Resultados obtidos do mapeamento na Gleba C.

	Valor de Referência*	GeoMapp	Fields Area Measure	C7 GPS Dados
Gleba C				
Área				
Média (m ²)	371.677,0	371.569,1	372.262,1	370.785,1
Tendência (m ²)	-	-107,9	585,1	-891,9
Precisão (m ²)	-	985,6	1.254,0	1.376,8
Acurácia (m ²)	-	964,7	1.417,4	1.640,4
Acurácia Relativa (%)	-	0,3	0,4	0,4
Perímetro				
Média (m)	2.490,5	2.490,5	2.498,1	2.493,7
Tendência (m)	-	0,0	7,6	3,2
Precisão (m)	-	3,0	13,9	16,6
Acurácia (m)	-	3,0	15,8	16,9
Acurácia Relativa (%)	-	0,1	0,6	0,7

* Fonte: Rosalen (2014).

Os resultados de precisão apresentados nas tabelas 3, 4 e 5 foram similares aos encontrados por Rosalen et al. (2014). Esses autores mapearam as mesmas glebas e, também, utilizaram o PPS, porém usando diferentes modelos de receptores GNSS

(Trimble GPS Nomad, AshTech MM6, Garmin eTrex30 e Garmin GPSMap62). Por exemplo, para o receptor Garmin Map62 e Gleba A, os valores de precisão foram de 108 m² e de 6 m para área e perímetro, respectivamente.

Destaca-se que os bons resultados obtidos pelo aplicativo GeoMapp podem estar relacionados com o fato de o GeoMapp registrar pontos manualmente no mapeamento de áreas e perímetros, enquanto que nos demais aplicativos o registro dos pontos é automático; esse registro manual pode colaborar com uma melhor definição da área.

Nota-se que os valores da acurácia relativa, tanto para os valores de área, como de perímetro encontram-se em torno de 1%, exceto para a gleba menor que atingiu cerca de 4 a 5% para os valores de área.

4.3 Validação de campo para registro de pontos

Na Tabela 6 os Resultados indicam que o erro de precisão posicional foi significativamente maior para o aplicativo C7 GPS Dados. Os aplicativos Fields Area Measure e GeoMapp não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Tabela 6 - Teste de Tukey para a precisão posicional (Fonte de variação: Aplicativos).

Aplicativo	Precisão posicional (m)*
C7 GPS Dados	3,7 a
Fields Area Measure	2,1 b
GeoMapp	1,7 b
Diferença mínima significativa (5%)	1,1

* Letras distintas indicam diferença significativa a 5% de significância.

A Tabela 7 exibe os resultados do Teste de Tukey comparando os valores médios da Precisão Posicional obtidos nas Estações Geodésicas. Nota-se que não houve diferença significativa entre os valores, indicando que os resultados obtidos não são influenciados por esse fator. Portanto os resultados foram os mesmos para ambas as estações.

Tabela 7 - Teste de Tukey para a precisão posicional (Fonte de variação: Estação Geodésica).

Estação Geodésica	Precisão posicional (m)*
SAT-93901	2,6 a
SAT-91613	2,3 a
Diferença mínima significativa (5%)	0,8

* Letras distintas indicam diferença significativa a 5% de significância.

A Tabela 8 contém os resultados da qualidade posicional obtidos do mapeamento

na estação geodésica de referência SAT 93901.

Tabela 8 – Resultados do mapeamento na estação SAT 93901.

SAT 93901	GeoMapp	C7 GPS Dados	Field Area Measure
	Planimetria (m)		
Tendência	1,3	3,8	3,6
Precisão	0,0	2,0	0,6
Acurácia	1,3	4,3	3,6
Altimetria (m)			
Tendência	8,7	7,7	7,7
Precisão	0,0	0,0	0,0
Acurácia	8,7	7,7	7,7

A Tabela 9 contém os resultados da qualidade posicional obtidos do mapeamento na estação geodésica de referência SAT 91613.

Tabela 9 – Resultados do mapeamento na estação SAT 91613.

SAT 91613	GeoMapp	C7 GPS Dados	Field Area Measure
	Planimetria (m)		
Tendência	2,1	2,7	3,1
Precisão	0,1	1,5	0,4
Acurácia	2,1	3,1	3,2
Altimetria (m)			
Tendência	9,0	-10,0	9,0
Precisão	0,0	0,0	0,0
Acurácia	9,0	10,0	9,0

Resultados semelhantes aos apresentados nas tabelas 8 e 9 foram encontrados em Lopes (2016). Esse autor, ao realizar mapeamento por PPS, utilizando aplicativo para *smartphone* com sistema operacional Android, obteve uma acurácia planimétrica de 2,3 m. Rosalen et al. (2011) utilizando o mesmo método de posicionamento e receptor GNSS eTrex Cx, determinaram valores de acurácia de 3,9 m e 6,4 m para planimetria e altimetria, respectivamente.

Nota-se que os resultados da acurácia planimétrica apresentados nas tabelas 8 e 9, indicam valores entre 2 a 3 m, resultados que confirma a ordem de metros do erro planimétrico como indicado por Monico (2008). Já, para altimetria, a acurácia atingiu valores entre 9 à 10 m. Dessa forma, a acurácia altimétrica atinge valores inferiores, em termos de qualidade, em relação a acurácia planimétrica.

5 CONCLUSÕES

Os resultados da validação do mapeamento de áreas e de perímetros indicam que o GeoMapp tem resultados similares a de outros aplicativos já disponibilizados em lojas virtuais. O tamanho da gleba mapeada influencia a qualidade de seu mapeamento.

Os resultados da validação do mapeamento de pontos, também, indicam que GeoMapp possui qualidade de mapeamento similar a de outros aplicativos já disponibilizados em lojas virtuais. Em relação às estações geodésicas, os resultados indicam que o local não influenciou nos valores da qualidade planimétrica.

Considerando-se ambas avaliações de mapeamento (áreas/perímetros e pontos), o GeoMapp já pode ser utilizado em mapeamentos, assim como, ser inserido na Google Play Store. Em termos de acurácia, para áreas e perímetros os valores não ultrapassam 4% e para pontos situam-se em torno de 3 m para a planimetria e de 12 m para a altimetria.

LITERATURA CITADA

- BOUDREAU, T. et al. **NetBeans: The Definitive Guide**; O'Reilly Media Inc., 2002
- BRASIL, INCRA. **Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais**. 2013.
- CIMAN, M.; GAGGI, O.; GONZO, N. Cross-platform mobile development: A study on apps with animations. **Proceedings of the ACM Symposium on Applied Computing**. p. 757-759, 2014.
- GAONKAR, S. et al. ChatBee-The Messenger for Talkative Peoples. **International Journal of Research in Engineering, Science and Management**. v. 2, n. 1, jan. 2019. Disponível em: <<https://www.ijresm.com/volume-2-issue-1-january-2019>>. Acesso em: 17 out 2020.
- GHILANI, C. D.; WOLF, P. R. **Adjustment computations: spatial data analysis**. 4 ed. New Jersey: John Wiley & Sons Inc., p. 611, 2006.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017>>. Acesso em 29 out. 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Redes Geodésicas**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-sobre-posicionamento-geodesico/rede-geodesica.html>>. Acesso em 28 out. 2020.
- INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais**: aplicada à Lei 10.267. Brasília, ed. 3, p. 4, 2013.
- LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Uso Eficiente de Fertilizantes e Corretivos Agrícolas: Aspectos Agronômicos. São Paulo, Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2000. **Boletim Técnico**, n. 4, 2000.
- LOPES, T. G. **Avaliação de desempenho de um sistema híbrido de GPS incorporado a dispositivos móveis para a obtenção de levantamentos planimétricos com fins agrícolas**. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal do Pampa, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha. Alegrete, p.77, 2016.
- MENDES, J. et al. Smartphone Applications Targeting Precision Agriculture Practices - A Systematic Review. **Agronomy**, v. 10, n. 6, p. 855, 2020.
- MIKHAIL, E.M.; GRACIE, G. **Analysis and adjustment of survey measurements**. New York: Van Nostrand Reinhold, p. 340, 1981.
- MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS**: descrição, fundamentos e aplicações. São Paulo: UNESP, ed. 2, p. 476, 2008.
- OWENS, M. **The definitive guide to SQLite**. Berkeley: Apress, p. 425, 2006.
- ROSALEN, D.L. MORATA G.T. NETO, V.J.C. Comparação da precisão e acurácia de

dois receptores GPS de navegação para fins de agricultura de precisão. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2011, Cuiabá. **Anais...**, 2011.

ROSALEN, D. L. et al. Mapeamento de glebas agrícolas utilizando-se do posicionamento GNSS por ponto simples cinemático. In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão, 2014, São Pedro. **Anais...**, 2014.

SCHROEDER, R. Html5, Um Novo Desenvolvimento Para A Web. **Revista on-line de divulgação científica da UNIDAVI**, p. 25, 2012.

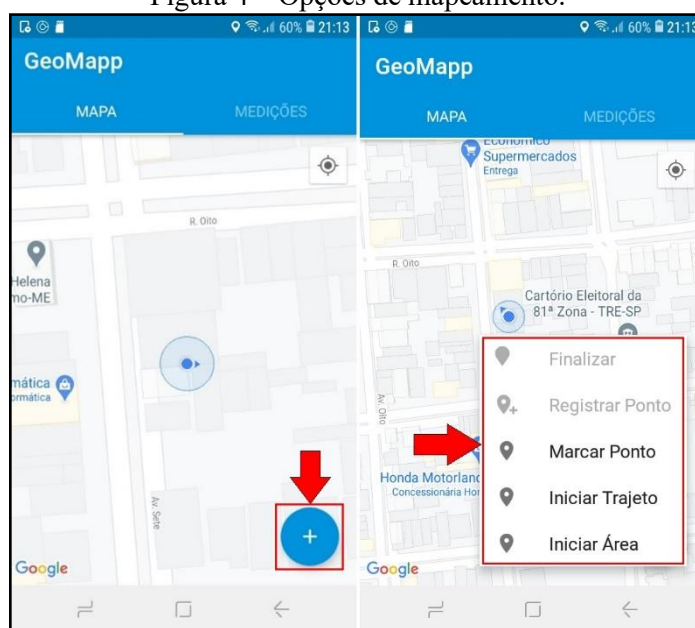
SILVEIRA, I. H.; OLIVEIRA, B. F. A.; JUNGER, W. L. Utilização do Google Maps para o georreferenciamento de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade no município do Rio de Janeiro, 2010-2012. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 26, p. 881-886, 2017.

VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A. Z.; FAGGION, P. L. Fundamentos de topografia. **Universidade Federal do Paraná**, 2012.

ANEXO – GUIA DO USUÁRIO

A Figura 4 mostra uma lista de ações quando é clicado no botão adicionar. Em primeiro momento essa lista tem somente as opções “Marcar ponto”, “Iniciar Trajeto” e “Iniciar Área” liberadas. As opções “Finalizar” e “Registrar Ponto” são desbloqueadas somente quando é iniciado algumas das três opções disponíveis de mapeamento (Marcar Ponto, Iniciar Trajeto e Iniciar Área).

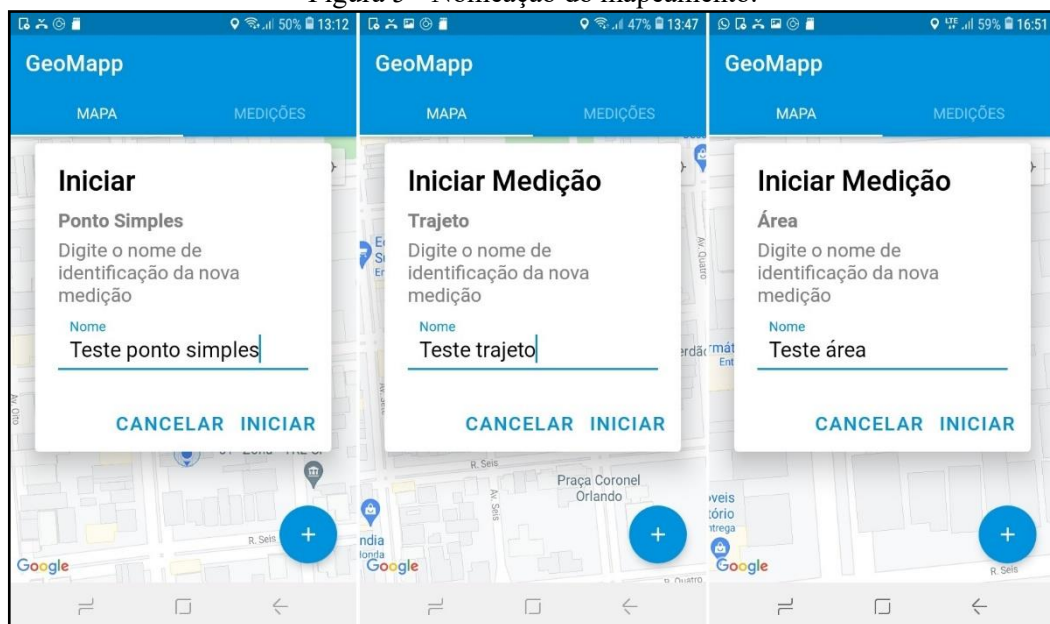
Figura 4 – Opções de mapeamento.



Fonte: Autores.

Após selecionar ponto, trajeto ou área. Deve-se nomear o levantamento, como exibe a Figura 5.

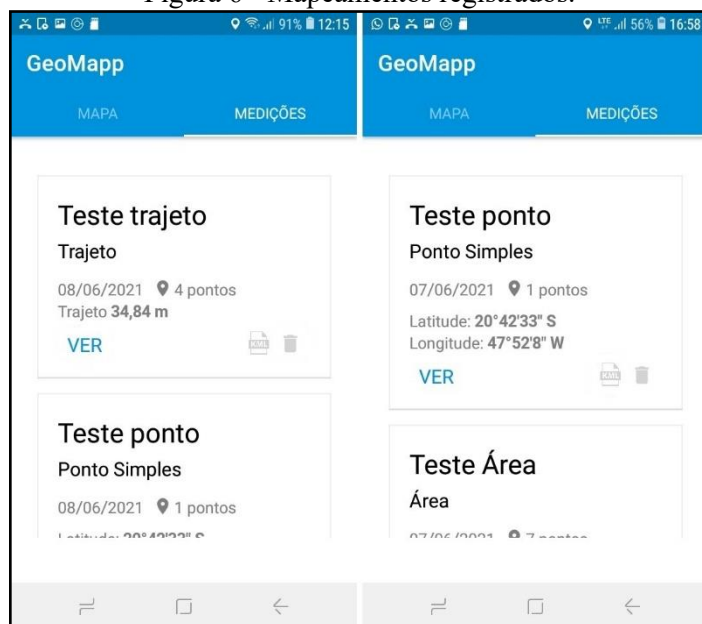
Figura 5 - Nomeação do mapeamento.



Fonte: Autores.

Na aba medições ficam localizados todos os levantamentos e as respectivas informações de ponto, trajeto e área que foram registradas pelo aplicativo. Também, é possível visualizar o registro clicando no botão “ver”; para exportar os dados no formato KML (Keyhole Markup Language) deve-se clicar no ícone “KML” ou, ainda, se pode excluir qualquer registro salvo clicando na lixeira (Figura 6).

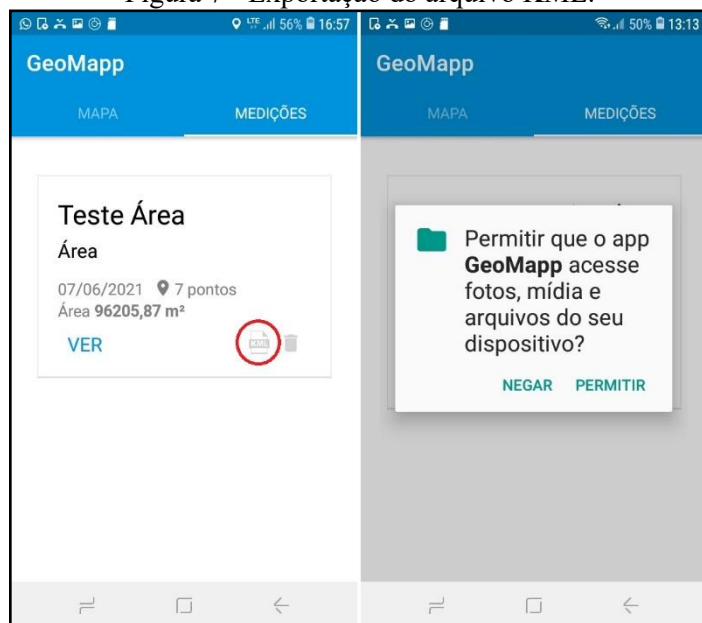
Figura 6 - Mapeamentos registrados.



Fonte: Autores.

Ao exportar o arquivo kml, o aplicativo automaticamente irá pedir permissão para acessar as mídias do *smartphone* para conseguir salvá-lo, como é exibido na Figura 7.

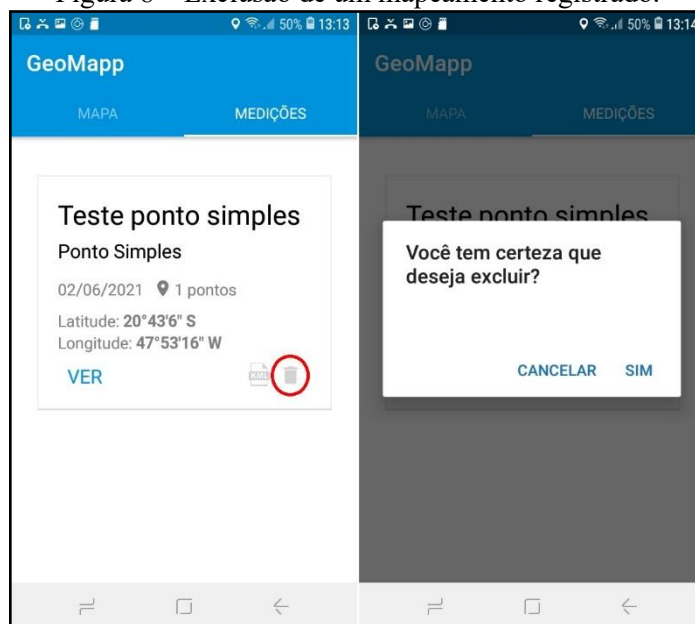
Figura 7 - Exportação do arquivo KML.



Fonte: Autores.

A Figura 8 exibe como é realizado a exclusão de um registro.

Figura 8 – Exclusão de um mapeamento registrado.



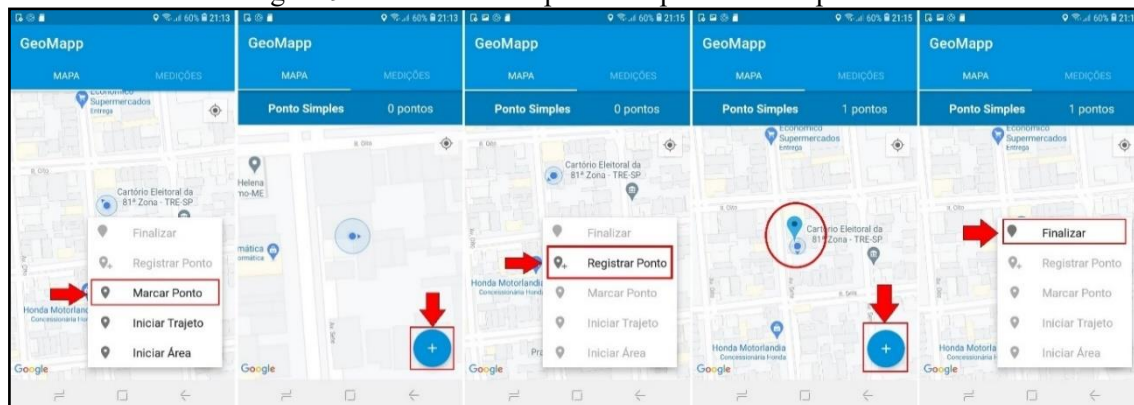
Fonte: Autores.

Deve-se atentar-se ao realizar limpeza de dados no armazenamento do celular, pois, as medições feitas pelo usuário são salvas na memória cachê do *smartphone* e, se excluídas, não mais serão recuperadas.

Mapeamento de pontos

Para iniciar o mapeamento de pontos, deve-se clicar no botão adicionar e em seguida selecionar a opção “Marcar Ponto”. Após seleção, é necessário dar um nome para o ponto. Na Figura 9 são exibidas as etapas para realizar o mapeamento de pontos.

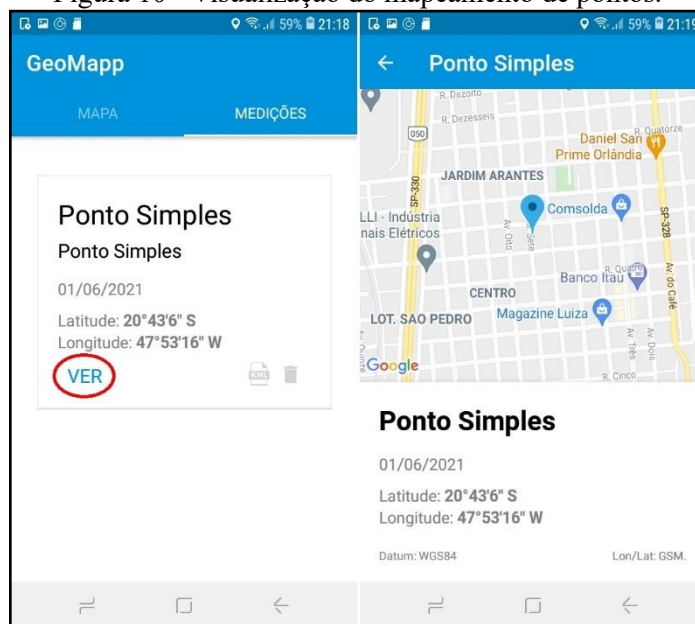
Figura 9 – Procedimento para o mapeamento de pontos.



Fonte: Autores.

Para visualizar os mapeamentos realizados, deve-se ir na aba “medições”, localizar através do nome que foi dado ao mapeamento e clicar na opção “ver”. Na sequência, aparecerá as informações do levantamento como exibido na Figura 10.

Figura 10 - Visualização do mapeamento de pontos.



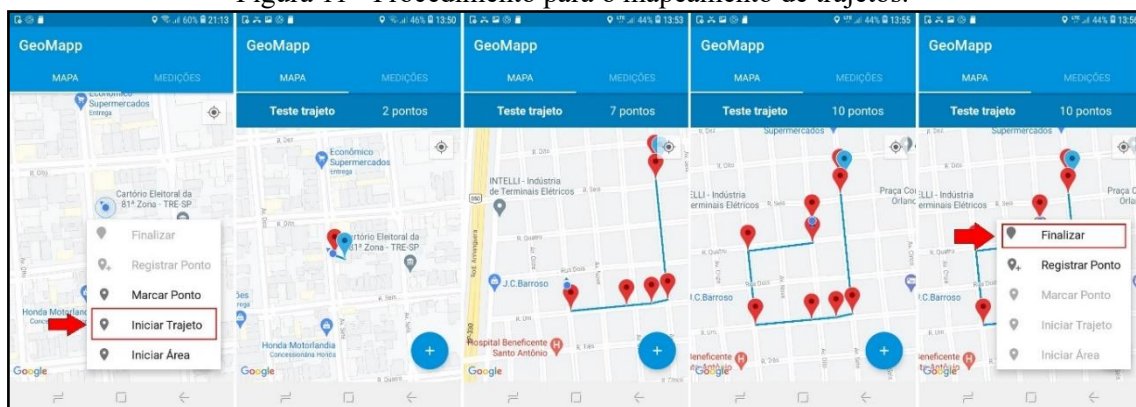
Fonte: Autores.

As informações de um levantamento de pontos são: nome, data e as coordenadas latitude e longitude em graus sexagesimais (GMS).

Mapeamento de trajetos

Para mapear um trajeto é necessário clicar no botão adicionar “+” e, em seguida, selecionar a opção “Iniciar Trajeto”. Após nomeá-lo, deve-se percorrer a área e realizar o respectivo registro manual dos pontos que delimitam a o trajeto. A Figura 11 exhibe as etapas para o mapeamento de um trajeto.

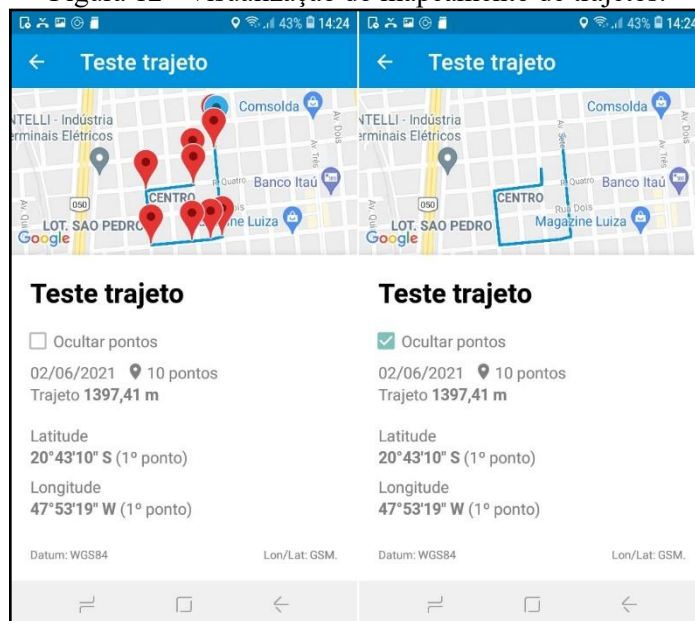
Figura 11 - Procedimento para o mapeamento de trajetos.



Fonte: Autores.

As informações do mapeamento de um trajeto constam na Figura 12. Destaca-se que é possível ocultar os pontos registrados, caso seja necessária uma visualização mais limpa do trajeto.

Figura 12 - Visualização do mapeamento de trajetos.



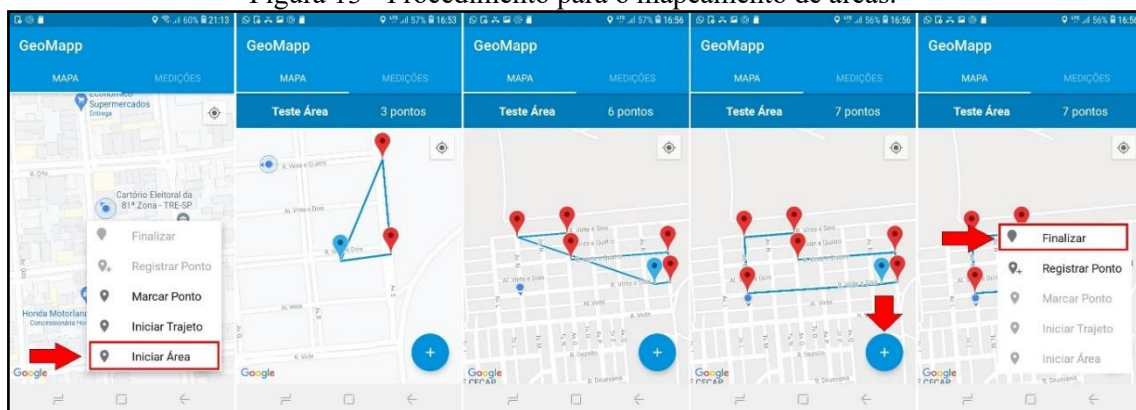
Fonte: Autores.

As informações do mapeamento de um trajeto são: identificação, data, quantidade de pontos, distância do trajeto (m) e, por fim, as coordenadas (GMS) do primeiro ponto mapeado do trajeto.

Mapeamento de áreas

Para realizar o mapeamento de uma área é necessário clicar no botão adicionar “+” e, em seguida, selecionar a opção “Iniciar Área”. Após nomeá-lo, deve-se realizar o caminhamento nas margens da área desejada e fazer o registro manual dos pontos que delimitam a área. Destaca-se que o último ponto, automaticamente, é unido com o primeiro. A Figura 13 exibe as etapas para o mapeamento de uma área.

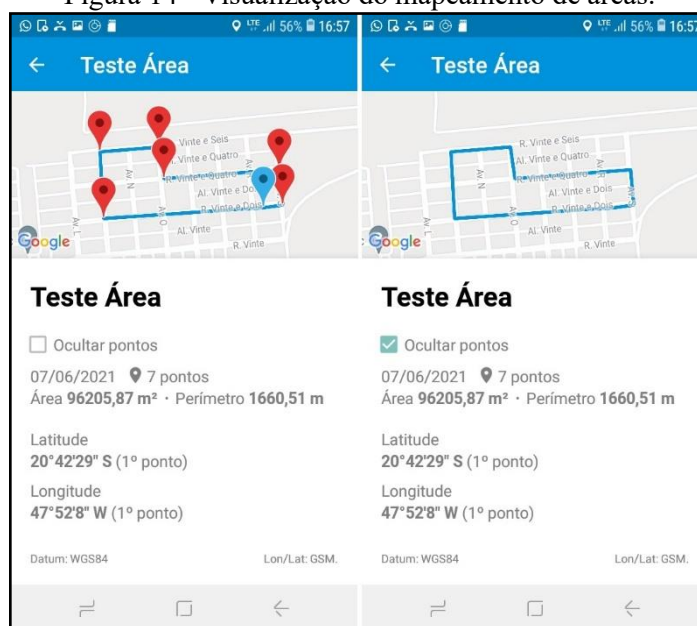
Figura 13 - Procedimento para o mapeamento de áreas.



Fonte: Autores:

A Figura 14 exibe as informações do mapeamento de áreas. Destaca-se que, como no mapeamento de trajetos, é possível ocultar os pontos registrados, caso seja necessária uma visualização mais limpa da área.

Figura 14 - Visualização do mapeamento de áreas.



Fonte: Autores.

As informações do mapeamento de uma área são: identificação, data, quantidade de pontos, área (m^2), perímetro (m) e as coordenadas (GMS) do primeiro ponto registrado no mapeamento da área.