

APLICATIVO COM PROCESSAMENTO EM TEMPO REAL PARA LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO TESTADO EM ÁREA DE PRODUÇÃO CAFEIEIRA

Pedro David Netto Silveira¹, Vinício Fragoso Mendes², Jéferson Luiz Ferrari³

(Recebido: 06 de julho de 2016; aceito: 17 de novembro de 2016)

RESUMO: O avanço no desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis como *smartphones* tem possibilitado aos agricultores, criar e armazenar dados e informações sobre suas propriedades e lavouras. Objetivou-se com este trabalho, desenvolver um aplicativo *móvil* com processamento em tempo real para levantamento topográfico que possibilite ao cafeicultor e outros agricultores registrarem a localização geográfica, calcular a área e o perímetro de uma região por ele delimitada no terreno. O aplicativo, denominado por Calc-Geo, foi desenvolvido para a plataforma *Android* e realiza a interface com os receptores GNSS do *smartphone*. A qualidade das informações geradas pelo Calc-Geo foi testada em dois experimentos. No primeiro, o aplicativo foi utilizado para capturar coordenadas geográficas de um marco geodésico no estado do Espírito Santo, a fim de determinar a acurácia posicional dos receptores GNSS. No segundo, o Calc-Geo foi empregado no levantamento topográfico planimétrico de uma área cultivada com café. A área e o perímetro desta lavoura foram comparados com resultados de um levantamento realizado com uma estação total. A análise das discrepâncias mostrou que, em média, houve um desvio posicional de 1,17 m e uma diferença menor que 1% nos valores de área e do perímetro da lavoura. O presente aplicativo é uma alternativa tecnológica atraente, pois o cafeicultor não precisaria adquirir receptores específicos de GPS para coletar dados e depois realizar o processamento dos mesmos. Entre outras funcionalidades, o Calc-Geo permite cadastrar as áreas levantadas, determinar a distância de alinhamentos e enviar os dados levantados por telefonia celular, possibilitando a integração com outras tecnologias.

Termos para indexação: Cafeicultura, geoprocessamento, *smartphone*, tecnologia.

A REAL-TIME PROCESSING APPLICATION FOR TOPOGRAPHICAL SURVEYING TESTED IN COFFEE PRODUCTION AREA

ABSTRACT: The breakthrough in application development for mobile devices, such as smartphones, has enabled farmers to gather and store data and information about his properties and crops. This work's objective is the development of a mobile application with real-time processing to topographical survey that helps the coffee producer and other farmers register the geographical location and calculate the area and perimeter of a region delimited on the terrain. The application, called Calc-Geo, was developed for the Android platform and interfaces the smartphone's GNSS receivers. The information quality generated by Calc-Geo was tested in two experiments. First, the Calc-Geo was used to capture geographic coordinates of a geodesic landmark in the Espírito Santo state in order to determine the GNSS receivers positional accuracy. Later, the Calc-Geo was employed in the altimetry-plane survey of a coffee crop field. The area and the perimeter of this crop were compared with a total station surveying results. The discrepancies analysis showed that, on average, there is a positional deviation of 1.17 m and a difference smaller than 1% in the crop perimeter and area values. This application is an attractive alternative technology, because the farmer would not need to acquire specific GPS receivers for data collecting and then perform the processing. Among other features, the Calc-Geo allows field registering, determines distance between two geographical points and sends collected data by mobile phone with intent of integration with other technologies.

Index terms: Coffee, geoprocessing, smartphone, technology.

1 INTRODUÇÃO

A captação de dados geográficos em campo vem se tornando uma prática comum na comunidade agrícola como parte do gerenciamento da produção de diversas culturas. A informação geográfica pode ser obtida com a utilização de várias ferramentas, inclusive integradas a um aparelho celular (*mobile*).

Existem vários instrumentos que podem ser utilizados na geração de dados geográficos. Dentre eles têm-se os receptores integrados aos aparelhos *mobile* como os *smartphones*, que trazem consigo um receptor do Sistema de Posicionamento Global (Gps/Gnss). Essas tecnologias estão mudando

a forma de levantar os dados geográficos e nos últimos anos, tem-se acompanhado um aumento do número de produtores rurais com o acesso à telefonia móvel e a internet (VIERO; SILVEIRA, 2011).

A cafeicultura possui uma grande importância econômica e social para o Brasil, contudo ainda necessita de aprimoramentos em seu sistema produtivo, principalmente no que diz respeito à determinação da extensão e distribuição das plantas no ambiente de cultivo. Neste sentido, a utilização de geotecnologias apresenta-se como uma alternativa recomendada para a coleta de dados sobre a cafeicultura com o emprego de técnicas de geoprocessamento e sistemas de posicionamento global (MACHADO et al., 2010).

^{1,2,3} Instituto Federal do Espírito Santo/IFES - Núcleo de Informática/NE - Rod BR 482, Km 47, s/n, Rive, Alegre - ES - 29.520-000 - pedro.silveira@ifes.edu.br, vinicio0408@gmail.com, ferrarijl@ifes.edu.br

A partir da coleta dos pontos geográficos muitos resultados podem ser obtidos, como determinação de perímetro e área de plantio, geração de croqui para estabelecimento de projetos de adubação e linhas de irrigação e também pode atuar no auxílio da produção do Cadastro Ambiental Rural - CAR (fruto da lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012) que visa a normalização do imóvel do produtor rural no que diz respeito ao cadastro de suas áreas de reserva legal, preservação permanente, de plantio, dentre outras (BRASIL, 2012).

O *Smartphone* utilizado nos levantamentos realizados como teste para este trabalho contém uma aplicação *mobile* que foi desenvolvida especificamente para este estudo. Com ela, é possível obter informações planimétricas. Esta aplicação foi nomeada como Calc-Geo, e além da captura de dados geográficos, possui diversas funções como: cálculo de distância entre dois pontos geográficos, cálculo de área, cálculo de perímetro, geração de croqui de área de plantio, exportação de arquivo para integração com a ferramenta *Google Earth*, dentre outras. O Calc-Geo foi desenvolvido com o objetivo de permitir que uma pessoa leiga, sem experiência com cálculos geográficos possa por meio de um *smartphone* comum, coletar dados e obter resultados.

Segundo Marion e Segatti (2006), ferramentas gerenciais, são importantes para a competitividade do negócio, pois destacam indicadores de desempenho e cálculo de custos, garantindo a sustentabilidade de empreendimentos rurais, os quais são de vital importância ao conglomerado agroindustrial do país. Neste contexto, os dispositivos móveis computacionais podem fornecer aos produtores rurais uma melhoria no poder do gerenciamento de sua lavoura, impactando na produtividade e na redução de custos.

Segundo Stabile e Balastreire (2006), o uso de GPS na agricultura possibilita uma abordagem localizada dos problemas dentro da propriedade rural, contudo alto custo de aquisição e uso dessas ferramentas tem detido um pleno avanço da agricultura de precisão no Brasil. Então, se o produtor lograsse acesso a uma ferramenta popular que o auxiliasse no gerenciamento de suas lavouras, de forma a lhe fornecer informações topográficas vitais ao desenvolvimento da mesma, poderia aplicar na própria produção agrícola o valor do custo que teria com as atividades de topografia.

Dessa forma justifica-se o desenvolvimento do ferramental tecnológico demonstrado neste trabalho.

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver ferramentas que auxiliem o produtor rural nas atividades de campo, incluindo (i) um site web para manipulação de dados geográficos e geração de informações e relatórios e (ii) um aplicativo *mobile* com processamento em tempo real para levantamento topográfico, que com um *smartphone* possibilite ao agricultor registrar a localização geográfica e calcular a área e o perímetro de uma região por ele delimitada no terreno. Além disso, é objetivo também verificar a precisão do sistema para recomendações administrativas em área de produção cafeeira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O aplicativo Calc-Geo foi desenvolvido especificamente para este estudo, em cima da plataforma *Android Studio* para funcionar em aparelhos com o sistema operacional *Android*. Nesse sistema operacional, a aplicação pode obter atualizações periódicas do dispositivo GPS, bem como o lançamento de alertas quando o dispositivo entra na proximidade de uma localização predefinida (SINGHAL; SHUKLA, 2012).

A qualidade das informações geradas pelo Calc-Geo foi testada em condições de campo por meio de dois experimentos. As localidades selecionadas para coleta estavam livres de interferências provocadas por árvores e construções e as condições climáticas estavam favoráveis, com poucas nuvens.

A primeira etapa foi realizada a partir de um marco geodésico oficial, que integra a Rede Geodésica do Estado do Espírito Santo, Brasil, a saber: SAT 93.726 (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2005). Deve-se ressaltar que a coordenada deste marco foi determinada, a partir do sistema geodésico de referência World Geodetic System 1984 (WGS 84).

No relatório do marco geodésico SAT 93.726, disponibilizado pelo IBGE, observa-se que a coordenada geográfica, obtida em SAD69, possui valor $-20^{\circ}45'49,8514''$ (lat.), $-41^{\circ}27'23,0763''$ (long.). Convertendo essa coordenada decimal para coordenada UTM e configuração do datum (WGS 84) obtêm-se o valor 244208,90091729 (E), 7701988,42837 (N) que foi utilizado para calcular as diferenças posicionais na discussão e resultados.

A partir do Calc-Geo, foram capturadas coordenadas em cima do marco geodésico, para determinar a acurácia posicional do receptor presente no dispositivo utilizado. O sistema *mobile* utilizado para a captura dos dados estava instalado em um *Smartphone* da marca Motorola, modelo Moto G (2ª Geração). O receptor presente no *Smartphone* possui dois sistemas de navegação por satélite (GNSS): O GPS e o GLONASS. Conforme Paz, Ferreira e Cugnasca (1998) o posicionamento em três dimensões (latitude, longitude e altitude) exige que ao menos quatro satélites estejam acima do horizonte, e a acurácia depende do número de satélites e de suas posições.

Foram obtidas 10 coordenadas (latitude e longitude) sobre o marco do IBGE. Após a coleta, mantidas as mesmas configurações de *datum* (WGS 84), as coordenadas decimais foram convertidas para *Universal Transversa de Mercator* (UTM). A primeira etapa do levantamento ocorreu no dia 13 de maio de 2016, entre 09 h e 00 min e 09 h e 30 min.

Os dados obtidos e armazenados pelo Calc-Geo foram analisados estatisticamente, visando a verificação dos desvios de posições das coordenadas do receptor, em relação às coordenadas fornecidas pelo IBGE, sobre cada um dos dois marcos.

As acurácias horizontais de cada posicionamento foram estimadas por parâmetros estatísticos sugeridos por Congalton e Green (2009) com auxílio de planilha eletrônica (excel). Foram analisados o erro de posicionamento (diferença posicional), a média, os desvios-padrão e as amplitudes dos erros de posicionamento. Foram também analisadas a precisão e a acurácia das distâncias lineares, do perímetro e da área, calculadas pelo Calc-Geo, decorrentes do levantamento realizado na segunda etapa do trabalho de campo.

A segunda etapa ocorreu no dia 06 de maio de 2016, entre 09h e 30min. e 11h e 10min., em uma área de plantio cafeeira, no Instituto Federal do Espírito Santo - *Campus* de Alegre. Após a coleta, para averiguação das informações obtidas, que neste caso foram área, perímetro e croqui da lavoura, dados foram tomados a partir de uma estação total.

Estação total é um aparelho utilizado na determinação de distâncias e ângulos. Ela inclui um teodolito eletrônico, distanciômetro e microcomputador. De acordo a NBR 13.133 de 1994 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1994), a estação total utilizada, enquadra-se na classe de precisão alta, $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ partes por milhão} + \text{distância em km})$. A estação

total utilizada no segundo levantamento como referência foi da marca FOIF, modelo OTS8565, escolhida devido a sua precisão que pode chegar a milímetros.

Para a coleta dos dados foram selecionados e demarcados 10 pontos amostrais, materializados na área. Para que os pontos fossem reconhecidos, foram utilizadas estacas de madeira fixadas ao solo, com seu centro identificado por pregos.

Inicialmente, com o auxílio do sistema Calc-Geo, foram realizadas três coletas das coordenadas dos pontos demarcados, tomando os pontos sequencialmente. A partir das coordenadas de cada coleta, o Calc-Geo possibilitou gerar as distâncias lineares, o perímetro e a área do local.

Posteriormente foi realizada a coleta de dados a partir da estação total, por meio do método de radiação, para então comparar com os dados obtidos com o Calc-Geo. A estação total possibilitou obter o distanciamento dos pontos demarcados a partir de cálculos com os ângulos horizontais entre as marcas e uma origem (0°) definida inicialmente.

Os dados coletados pela estação total foram inseridos em um sistema de Desenho Assistido por Computador (CAD) sem alteração. Nesta segunda etapa, foram analisadas as diferenças de distância lineares, área e perímetro, a partir de dados coletados e armazenados pelo Calc-Geo, em relação às mesmas informações que a Estação Total apresentou com a ajuda do sistema CAD utilizado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como primeiro e principal resultado deste trabalho será apresentado o aplicativo Calc-Geo. Na Figura 1 é mostrada a interface gráfica do aplicativo Calc-Geo da tela na qual o usuário pode coletar e visualizar coordenadas geográficas aleatórias.

O primeiro passo para obtenção das informações, normalmente é o cadastro da área a ser analisada. Na Figura 2 observa-se a tela para esse fim. Nela o usuário deverá informar obrigatoriamente um nome para a área e opcionalmente os demais campos.

Após a confirmação do cadastro, é possível realizar várias ações na localidade cadastrada (Figura 3-A) dentre as quais, inserir uma nova coordenada que seria o segundo passo. Após obter uma coordenada é possível salvá-la e obter outra coordenada em um próximo ponto sem sair da tela (Figura 3-B). Após a obtenção de todas as coordenadas, podem ser geradas as informações gerenciais, como a área da localidade (Figura 3-C).

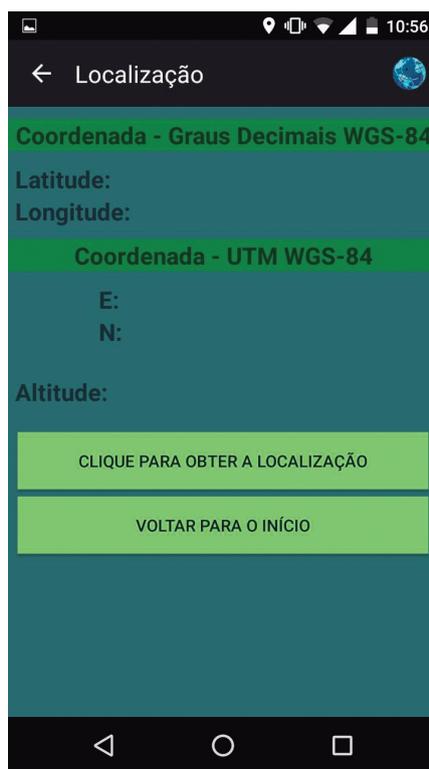


FIGURA 1 - Tela de visualização de coordenadas geográficas. Aplicativo Calc-Geo.

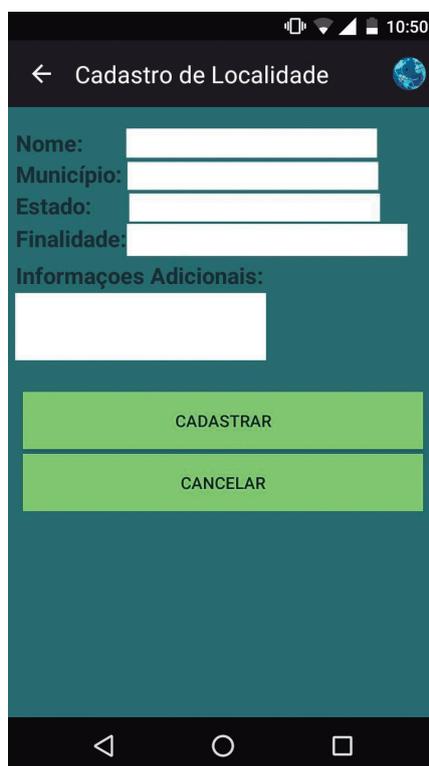


FIGURA 2 - Tela de cadastro de área. Aplicativo Calc-Geo.

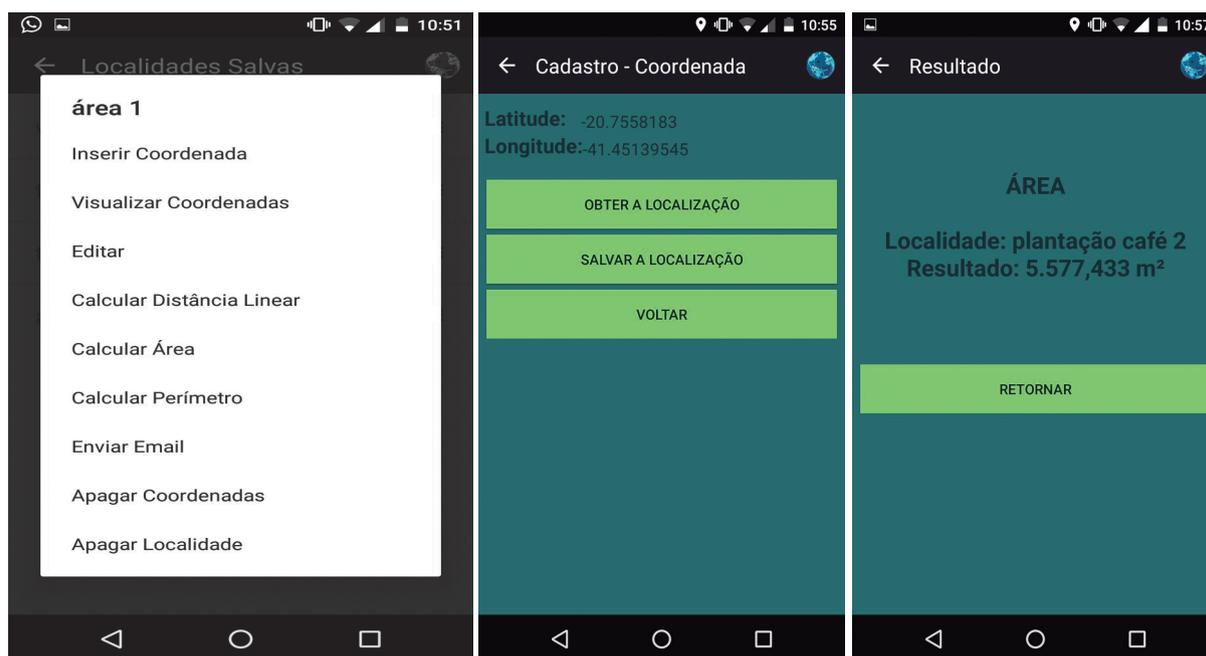


FIGURA 3 - Telas de: A) opções de ações sobre localidades, B) cadastro de coordenada e C) Geração de área da localidade. Aplicativo Calc-Geo.

A seguir serão apresentados os dados obtidos para a elaboração deste estudo, que são fundamentais para a análise e conclusão sobre as recomendações que serão bases para o gerenciamento de áreas de plantio a partir de dispositivos móveis. A fórmula de obtenção dos dados da tabela é a mesma fornecida pela geometria analítica básica para cálculo de distância entre dois pontos no plano cartesiano, e se dá por:

$$\text{Diferença Posicional} = \sqrt{(RE - CE)^2 + (RN - CN)^2}$$

Onde: RE = Valor de referência da coordenada Leste (marco geodésico SAT 93.726);

CE = Valor da coordenada Leste capturado pelo aplicativo Calc-Geo;

RN e CN = Mesmas representações que RE e CE, mas para coordenada Norte

Os valores da Tabela 1 vão servir de base para a primeira etapa da discussão, na qual serão analisados apenas os desvios de posição dos pontos capturados no Calc-Geo em relação ao marco do IBGE, assumido como a verdade. Para exemplificar a obtenção do desvio, a coleta 1, com o valor 1,25 m, foi obtido da seguinte forma:

Diferença Posicional =

$$\sqrt{(244208,9009 - 244207,8551)^2 + (7701988,4283 - 7701987,7482)^2}$$

Diferença Posicional = 1,247449819845348 m

Na Figura 4, é apresentada a dispersão dos desvios de posições das coordenadas obtidas pelo sistema Calc-Geo, em relação às coordenadas geográficas do marco SAT 93.726. Neste caso pode-se observar uma dispersão em um raio de 1,83 m.

Os valores de perímetro e área, resultante das coletas realizadas pelo dispositivo móvel e pela estação total estão apresentados nas Tabelas 2 e 3 respectivamente. Esses valores vão servir de base para a segunda etapa da discussão, na qual será analisada a diferença entre os valores de área/perímetro calculados pelo Calc-Geo em confronto aos valores obtidos pela Estação Total em conjunto com a ferramenta CAD, tomados como a verdade.

Os dados de perímetro e área apresentados na Tabela 2 foram obtidos por meio de cálculos que o sistema Calc-Geo realizou e disponibilizou para o usuário. Na Tabela 3, foi necessária a utilização de um sistema CAD para obter os valores apresentados, isto por que os dados descarregados a partir da estação total são brutos (ângulos e distâncias) e precisam de um tratamento para transformá-los em informação (como área e perímetro).

A partir dos dados capturados em todas as tomadas na segunda etapa, foi possível obter as distâncias entre os pontos demarcados ao redor da área de cultivo. Na Tabela 4 são apresentadas as distâncias entre estes pontos nas três coletas realizadas pelo dispositivo móvel.

TABELA 1 - Desvios de posição. Sistema Mobile x Estação Geodésica SAT 93.726.

Coleta	Desvio Posicional (m)
1	1,25
2	0,58
3	1,82
4	1,24
5	1,83
6	1,37
7	0,46
8	0,90
9	0,61
10	1,66
Média	1,17
Desvio Padrão	0,515
Amplitude Total	1,37

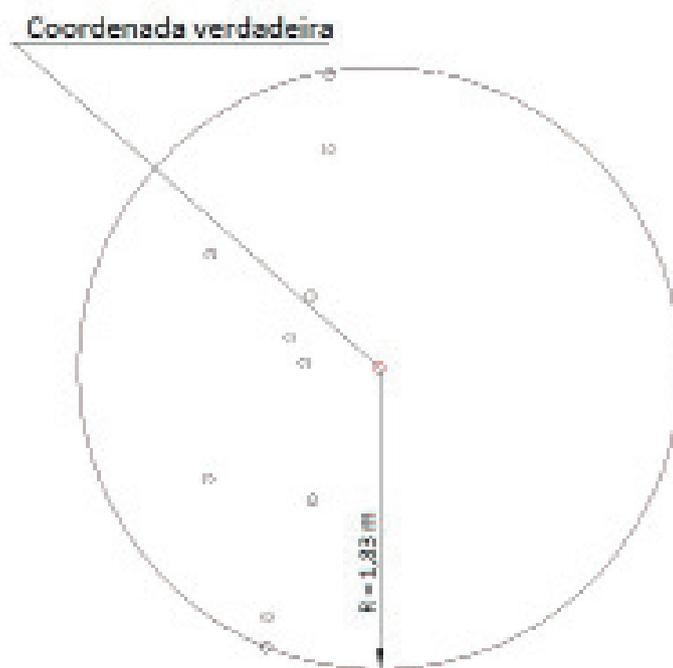


FIGURA 4 - Dispersão posicional. Sistema *Mobile* x estação geodésica SAT 93.726.

TABELA 2 - Valores de perímetro e área calculados pelo Calc-Geo na segunda etapa

Coleta	Perímetro (m)	Área (m ²)
1	353,702	5.624,720
2	351,874	5.626,137
3	352,577	5.593,448
Média	352,718	5.614,768
Desvio Padrão	0,922082607	18,47753859
Amplitude Total	1,83	32,69

TABELA 3 - Valor de perímetro e área, calculados com os dados da estação total na segunda etapa

Coleta	Perímetro (m)	Área (m ²)
Estação Total	354,113	5.648,345

TABELA 4 - Distâncias lineares calculadas pelo Calc-Geo na segunda etapa

Ponto	D.L. 1 (m)	D.L. 2 (m)	D.L. 3 (m)	Média	D.P.	A.T.
1	25,549	36,762	30,376	30,896	5,625	11,213
2	41,398	41,594	43,101	42,031	0,932	1,703
3	40,313	38,97	38,955	39,413	0,780	1,358
4	45,475	44,734	43,308	44,506	1,101	2,167
5	44,934	45,467	46,618	45,673	0,861	1,684
6	34,776	33,696	35,947	34,806	1,126	2,251
7	24,117	23,381	23,529	23,676	0,389	0,736
8	21,344	23,129	19,713	21,395	1,709	3,416
9	42,583	42,173	46,008	43,588	2,106	3,835
10	33,214	21,967	25,022	26,734	5,816	11,247

DL: Desvio Linear; DP: Desvio Padrão; AT: Amplitude Total.

Na Tabela 5 são apresentados os mesmos dados da Tabela 4, porém obtidos a partir da estação total. Para as Tabelas 4 e 5, os valores observados foram calculados a partir da mesma fórmula utilizada na obtenção dos valores da Tabela 1. Neste caso, a comparação mais relevante está entre a coluna “Média” da Tabela 4 e “Desvio Posicional” da Tabela 5.

Na Tabela 6, observa-se a diferença entre os desvios lineares apresentados na Tabela 4 e na Tabela 5. Nota-se um maior desvio no primeiro e último ponto. Atribui-se a essa diferença a calibração do alinhamento entre o satélite e o receptor GNS do aparelho.

Na Figura 5 (A) e (B) respectivamente, são apresentados os croquis gerados pelo sistema

Calc-Geo e pelo sistema CAD. A Figura 5 (C) possibilita uma comparação da diferença visual disponibilizada pelos dois meios (sistema *web* e estação total).

Com os dados apresentados na Tabela 1 e sua dispersão vista na Figura 4, é possível visualizar as diferenças posicionais em relação ao marco geodésico (ponto tomado como posição correta). Os dados analisados mostram que há um desvio, em média de 1,17 m. A menor diferença encontrada foi de 0,46 m e a maior de 1,83 m.

A precisão estipulada, para fins de georreferenciamento posicional fica a cargo do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), de acordo com a lei 10.267 de 28/08/2001, da Presidência da República.

TABELA 5 - Distâncias lineares calculadas com os dados da estação total.

Alinhamento	Desvio Posicional (m)
1	30,206
2	42,724
3	41,666
4	45,481
5	43,391
6	34,429
7	23,079
8	22,653
9	44,978
10	25,506

TABELA 6 - Desvios lineares em relação à estação total e o dispositivo *mobile*

Ponto	Desvio Linear. 1 (m)	Desvio Linear. 2 (m)	Desvio Linear. 3 (m)	Média
1	-4,657	6,556	0,170	0,690
2	-1,326	-1,130	0,377	-0,693
3	-1,353	-2,696	-2,711	-2,253
4	-0,006	-0,747	-2,173	-0,975
5	1,543	2,076	3,227	2,282
6	0,347	-0,733	1,518	0,377
7	1,038	0,302	0,450	0,597
8	-1,309	0,476	-2,940	-1,258
9	-2,395	-2,805	1,030	-1,390
10	7,708	-3,539	-0,484	1,228

O INCRA possui uma normatização, quanto ao georreferenciamento de imóveis rurais, determinando que o valor da precisão posicional seja de 0,5 m para limites artificiais como estradas, muros, cercas, entre outros (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA, 2013). Já no que diz respeito à agricultura de precisão, é necessário que esse tenha um desvio posicional de no máximo dois (2) m, o que é suficiente para a maioria das aplicações (STABILE; BALASTREIRE, 2006).

Considerando os dados coletados na primeira etapa, o maior erro observado foi de 1,83 m, o que garante afirmar que a diferença posicional percebida está dentro do permitido para aplicações geográficas em uma da área de cultivo de agricultura de precisão.

Na segunda etapa, analisando as Tabelas

2 e 3, verifica-se que em termos planimétricos, os valores de perímetro e área apresentam, respectivamente, uma diferença de 1,4 m e 33,6 m² em média na comparação entre os valores obtidos pelo Calc-Geo e os valores obtidos pela estação total (aqui tomados como a verdade). Esses valores representam aproximadamente 0,59% da área total e 0,4% do perímetro. Em ambos os casos, uma diferença menor que 1% em relação a área total.

Matiello et al. (2002), definem para a cultura do café, espaçamentos de plantio adequados, apresentando sistemas de densidade de plantio. Considerando as densidades, verifica-se que uma média de 5 m² por planta aproximadamente, seria o suficiente.

Analisando a média da diferença de área encontrada na segunda etapa, de 33,6 m², nota-se

que a partir desta diferença, uma localidade com o mesmo tamanho da área apresentada preparada para o plantio teria, em média, um erro de sete plantas de café. Diante de um total de 1130 plantas na área observada, o erro constatado representa um valor de 0,6%, novamente um erro inferior a 1%.

Na Tabela 6 observa-se que as coletas efetuadas com o sistema *mobile*, têm diferença em torno de 2 m em relação ao valor real, coletado pela estação total, deixando à vista que as coletas efetuadas podem ser úteis para obtenção de pontos geográficos na determinação de distanciamentos lineares.

O aplicativo foi desenvolvido seguindo padrões de usabilidade que resultam em uma interação simples entre usuário e aplicação. O uso desses padrões visa principalmente favorecer a intuitividade, a fim de facilitar a compreensão e operação do aplicativo.

Também existe uma versão do Calc-Geo na plataforma web, isto é, um *website*. Esta versão foi desenvolvida na linguagem de programação PHP e não captura os dados como no da plataforma *mobile*, porém apresenta as mesmas funcionalidades caso os pontos sejam inseridos manualmente ou que o sistema *mobile* tenha seus dados sincronizados com o *website* por meio de função interna.

O desenvolvimento do sistema *mobile* Calc-Geo, objetivou o auxílio a agricultores, em variados locais de plantios, na determinação de suas áreas, distâncias lineares ou nas tarefas que envolvam o gerenciamento, aplicado com suas áreas.

Uma dessas tarefas exemplifica-se no caso de um produtor, que decida usar a área de lavoura de sua propriedade para a irrigação e/ou fertilização, e precisa determinar o tamanho desta área, para que possa adquirir a quantidade de material (como jogos de canos e aspersores) necessário para a irrigação/adubação ou até mesmo para determinar a quantidade de plantas que deveria comprar.

Neste caso a utilização do sistema Calc-Geo, como ferramenta de georreferenciamento, demonstrou-se viável. Isso pode ser afirmado tomando como base no caso contrário a contratação de um topógrafo, que demandaria custos extras à produção.

Conquanto, tarefas que exijam uma confiança maior, como determinação do tamanho de uma área para venda, a utilização do Calc-Geo ou outros sistemas para *smartphones* que recebam dados por meio de receptores GNSS, não são aconselháveis.

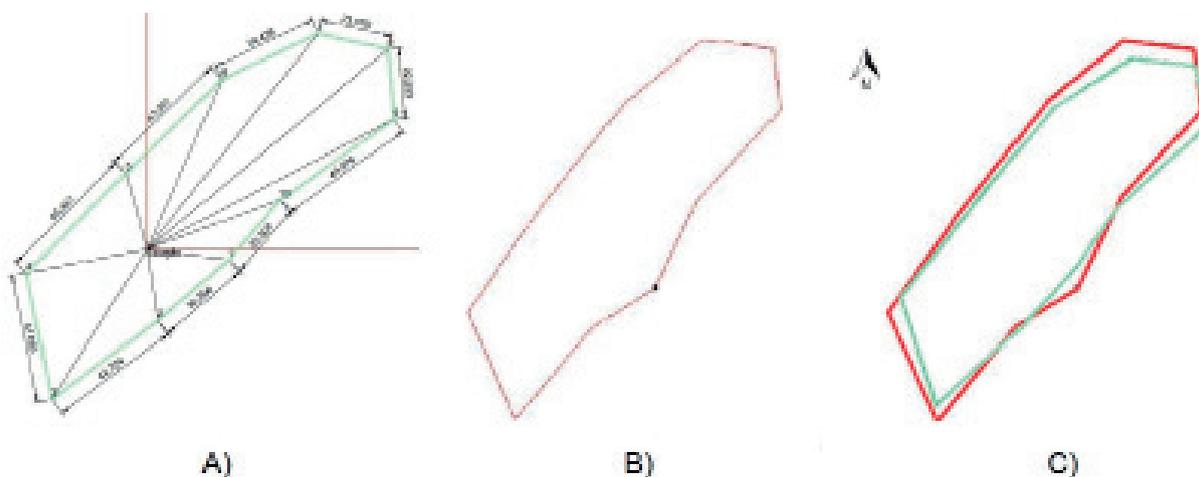


FIGURA 5 - (A) Croqui gerado pela ferramenta CAD a partir dos dados obtidos pela estação total. (B) Croqui gerado pelo módulo *web* do sistema Calc-Geo, a partir dos dados capturados na primeira coleta da segunda etapa da pesquisa. (C) Croquis sobrepostos

4 CONCLUSÕES

O sistema Calc-Geo mostra-se como uma ferramenta tecnológica atraente de auxílio aos agricultores nas atividades ligadas a gestão agrícola. Com ele, o homem do campo não tem a necessidade de adquirir um receptor específico de GPS para coletar dados, e nem de uma ferramenta topográfica específica e posterior descarregamento de dados em um computador para fazer o processamento dos mesmos. Com a ferramenta apresentada aqui, é possível administrar e tomar decisões acerca de lavouras no próprio local e com custo barato e popular, pois *smartphones* hoje são tecnologias populares.

Os testes em áreas cafeeiras para verificação da exatidão do aplicativo mostraram que a utilização dele pode proporcionar ao cafeicultor um erro inferior a 1% na definição da quantidade de pés de café que ele deve adquirir/comprar para uma determinada área de plantio. Além disso, pode auxiliá-lo a determinar as linhas de irrigação e plantio por meio da geração do relatório com croqui da área utilizada para o cultivo.

O aplicativo Calc-Geo está à disposição para *download* no site de controle de versão de *softwares GitHub*. Em breve também estará disponível na loja virtual oficial de aplicativos da *Google Play Store*, para que qualquer produtor rural que tenha um *smartphone* com *Android* possa fazer a instalação e utilizá-lo de forma gratuita.

5 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Norma NBR 13.133**: execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro, 1994.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 20 abr. 2016.

CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. 2nd ed. New York: Lewis, 2009. 183 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Relatório de Estação Geodésica SAT 93.726**. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <<http://www.bdg.ibge.gov.br/bdg/pdf/relatorio.asp?L1=93726>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Norma técnica para georreferenciamento de imóveis rurais**. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Agrário, 2013. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/media/institucional/norma%20tecnica%20para%20georreferenciamento%20de%20imoveis%20rurais%203%20edi%C3%A7ao.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2016.

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.

MARION, J. C.; SEGATTI, S. Sistema de gestão de custos nas pequenas propriedades leiteiras. **Custos e @gronegocio**, Recife, v. 2, n. 2, p. 2-7, jul./dez. 2006.

MATIELLO, J. B. et al. **Cultura de café no Brasil: novo manual de recomendações**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Varginha: Fundação PROCAFÉ, 2002. 387 p.

PAZ, S. M.; FERREIRA, W.; CUGNASCA, C. E. Sistema de posicionamento global (GPS) e o turismo. **Turismo em Análise**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 24-46, nov. 1998.

SINGHAL, M.; SHUKLA, A. Implementation of location based services in android using GPS and web services. **International Journal of Computer Science Issues**, Mahebourg, v. 9, n. 2, p. 237-242, Jan. 2012.

STABILE, M. C. C.; BALASTREIRE, L. A. Comparação de três receptores GPS para uso em agricultura de precisão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 215-223, abr. 2006.

VIERO, V. C.; SILVEIRA, A. C. M. Apropriação de tecnologias de informação e comunicação no meio rural brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 257-277, jan./abr. 2011.