

APLICATIVO AGRIMENSOR PARA ANDROID

BABINSKI, Samuel¹
BELLINCANTA, Nelson²
babinskisamuel@gmail.com
professor@bellincanta.com.br

RESUMO

Esse é o trabalho final de conclusão do curso de sistemas de informação, o objetivo do mesmo é verificar a viabilidade de um aplicativo para smartphones, que usam o sistema operacional Android, na medição de áreas da superfície terrestre. Para isso, foi desenvolvido um aplicativo chamado “TCC Agrimensor”, que coleta as posições geográficas do usuário, cria um polígono, calcula a área e o perímetro do mesmo e contextualiza o local utilizando o “Google Maps”. Posteriormente, foi utilizado o aplicativo na medição de três locais de um loteamento, respectivamente um lote, uma quadra e um grande conjunto de quadras e ruas. Os resultados obtidos indicam uma grande aproximação às medidas do mapa aprovado pela prefeitura que foi utilizado como base, tendo um resultado melhor conforme crescia a área medida. Mesmo o aplicativo atendendo o objetivo como sendo uma alternativa de serviço de medição barata, o mesmo não substitui serviços prestados por profissionais especializados com equipamentos adequados para o serviço de agrimensura.

PALAVRAS-CHAVE: APLICATIVO, ANDROID, AGRIMENSURA.

1 INTRODUÇÃO

O *smartphone* é uma das ferramentas mais utilizadas atualmente para diversas atividades e, além de um celular, também são computadores. De acordo com o relatório sobre mobilidade da Ericsson divulgado no começo de junho, é previsto que “[..] 70% das pessoas (do mundo) estarão usando *smartphones*” (Ericsson, 2015).

Os motivos que tornaram o *smartphone* tão popular, além de sua disponibilidade, é o fato de concentrar diversos tipos de dispositivos em um só equipamento. Praticamente todo *smartphone* tem uma câmera fotográfica, um amontoado de sensores e um sistema operacional que permite a execução de diversos aplicativos que executam várias funções, como calculadora, rádio, agenda ou um navegador para visualização de sites na internet.

Um dos dispositivos que os *smartphones* integram é o receptor GPS. Ele permite ao usuário do *smartphone* se conectar à uma rede GPS e obter sua localização através de

¹ Acadêmico – Faculdade Assis Gurgacz.

² Docente orientador – Faculdade Assis Gurgacz Curso de Sistemas de Informação.

coordenadas geográficas. O *smartphone* então mostra esse dado de maneira útil ao usuário através de algum aplicativo, como por exemplo, gerando uma lista de restaurantes próximos.

Porém, outra aplicação para as coordenadas geográficas é o campo da agrimensura, que trata da “arte de medir a superfície de terrenos” (Michaelis: Dicionário de português online, 2015), o qual, por motivos óbvios, requer grande precisão de medidas ou seja, equipamentos específicos e um profissional capacitado na área, como por exemplo, um engenheiro agrimensor (CONFEA, 1973).

Agora, considerando que a região o qual a faculdade Assis Gurgacz está inserida, o oeste do Paraná, ser um importante polo de produção agrícola (JIE ITAIPU, 2015), a agrimensura passa a ser ainda mais importante. Infelizmente, contratar os serviços de um agrimensor para pequenas mudanças em uma área agrícola se torna inviável, mas ainda existe valor para um agricultor saber qual o tamanho de uma pequena área de plantio que não se desenvolveu conforme planejado, saber se há espaço suficiente para construir um novo barracão ou ainda, conhecer a área de pasto existente.

Sabendo-se disso um aplicativo de agrimensura para *smartphones* pode servir de ponto de equilíbrio para tal situação onde a área a ser medida não é importante o suficiente para se justificar a contratação de um agrimensor mas poderá servir como um levantamento prévio para a tomada de alguma decisão.

Então, apesar dos *smartphones* integrarem diversos dispositivos e simularem outros através de aplicativos, até onde é possível substituir um serviço dedicado de agrimensura por um aplicativo de *smartphone*?

Sendo assim, neste trabalho foi desenvolvido um aplicativo para *smartphones* que utilizam o sistema operacional Android, que tem como objetivo adquirir as medidas de área e perímetro de um polígono. Este polígono é criado a partir das coordenadas obtidas das posições desejadas de um usuário. Também é possível gerenciar os pontos que irão criar o polígono, apresentar o traçado resultante na ferramenta “Google Maps” e ainda, permitir que o usuário exporte os resultados para um formato de imagem. Esse aplicativo recebeu o nome de “TCC Agrimensor”

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Um Software

De acordo com o Dicionário Oxford, um aplicativo é: “Um programa ou um pedaço de

software projetado e escrito para executar um propósito particular para o usuário”. Ou seja, o aplicativo desenvolvido nesse trabalho, é um software que tem como propósito a medição da área de um polígono: “Figura plana limitada por segmentos de reta” (Dicio, 2015), onde os vértices desse polígono são as coordenadas adquiridas a partir da posição global do usuário no momento da execução de uma função desse aplicativo.

Um software para funcionar, precisa de um sistema operacional, ele é responsável pela comunicação entre um software e um hardware, que por sua vez é o dispositivo em que um software está inserido. “O programa de sistema mais básico é o sistema operacional, cuja tarefa é controlar todos os recursos do computador e fornecer uma base sobre a qual os programas aplicativos podem ser escritos. ” (TANENBAUM; WOODHULL, 2008, p. 21). O sistema operacional, além de fundamental, ajuda a definir diversas características que um software terá. A comunicação acontece de maneira extremamente específica entre o sistema operacional e o hardware. Há diversos sistemas operacionais para diversos hardwares, às vezes, mais de um para um hardware, como por exemplo, o Linux e o Windows para a plataforma PC.

Para o desenvolvimento do “TCC agrimensur” foi escolhido o sistema operacional Android, da Google: “O Android fornece um *framework* de aplicação rico, que permite a construção de aplicativos e jogos para dispositivos móveis em um ambiente que utiliza a linguagem Java” (Android, 2015). Mais em específico, este trabalho tem como alvo funcionar em todos os smartphones que estejam rodando a versão 4.2.2, codinome “*Jelly Bean*” ou superior do sistema operacional Android, pois utiliza bibliotecas e componentes que só foram inseridos a partir dessa versão. De acordo com o próprio Android, 81,2% dos dispositivos que acessam a “Google Play Store” se encaixam nesse requisito (Android, 2015).

Há diversas maneiras de se desenvolver aplicações para o Android. A principal é a utilização da linguagem de programação “Java”. O Java permite que programadores escrevam instruções para computadores utilizando comandos em Inglês, ou seja, é uma linguagem de programação em alto nível. Uma das características do Java que devemos citar é o fato dele ser uma linguagem orientada a objeto, isso é, ele lida com os dados através de conceitos como o de “Classes”, “Objetos” e “Métodos” (Oracle.Java, 2015). Para entendermos os conceitos de orientação a objeto, podemos fazer uma simples comparação com o nosso dia a dia, por exemplo, vemos diariamente diversos carros na rua, entre eles, vários carros de uma mesma marca e modelo, esses carros vêm de um mesmo projeto, uma fôrma, um molde e, em orientação a objeto, isso é conhecido como “Classe”. No exemplo anterior, um daqueles carros na rua, é uma instância daquela classe, ou seja, é um “Objeto”, todos objetos têm atributos, como por exemplo, a cor do carro, o número do chassi, porém, mesmo que esses atributos sejam

diferentes, eles ainda são carros. Já os “Métodos”, podem ser comparados como o comportamento que o objeto pode executar, seguindo o mesmo exemplo, um carro poderia ter os métodos “acelerar”, “frear”, “ligar faróis” entre outros (Oracle.java, 2015).

Esses conceitos foram fundamentais para a manipulação das posições do GPS do dispositivo, que aliás, é outra necessidade para se utilizar esse aplicativo, um smartphone que tenha suporte a algum sistema de posicionamento global.

2.2 O GPS

Há diversos sistemas de posicionamento e navegação guiados por satélite que são utilizados no mundo, temos o russo “GLONASS” e o europeu “Galileo”, que se encontra em fase inicial de implantação. Esta pesquisa foi desenvolvida utilizando os dispositivos que usam o “*Navstar Global Positioning System*”, que é o sistema criado pelos Estados Unidos da América. Quando nos referimos a GPS, é desse sistema que estamos falando. Embora o aplicativo “TCC Agrimensor” possa utilizar qualquer sistema de GPS, pois é o sistema operacional Android que cuida da interação do dispositivo com o sistema, não foram feitos testes com dispositivos que utilizavam outro sistema de posicionamento global.

O GPS é um sistema de navegação espacial por rádio cujo dono é o Governo dos Estados Unidos e é operado pelas Forças Aéreas dos Estados Unidos. O GPS fornece serviços de posicionamento, navegação e temporização para usuários militares e civis de maneira contínua para o mundo todo desde o seu lançamento em 1978 (U.S. Government, 2008, p. 1).

Um satélite do sistema GPS funciona como um farol, transmitindo um conjunto de informações que serão obtidas por um receptor qualificado. As principais informações transmitidas são: Status do satélite transmissor, dados do relógio, dados de efemérides (sua localização na órbita) e dados de almanaque (a localização dos outros satélites do sistema) (U.S. Government, 2008, p. 8).

Assim que o receptor GPS detecta o sinal de um satélite, ele começa a carregar as informações que aquele satélite está transmitindo. Um receptor precisa estar conectado com ao menos quatro satélites simultaneamente para poder descobrir sua localização (para posição em três dimensões) através de geometria. O cálculo leva em consideração o tempo em que o satélite envia o sinal, o tempo que o receptor está marcando no momento do recebimento, a diferença entre ambos os tempos e o a velocidade de envio do sinal pelo satélite, que se aproxima da velocidade da luz (299,792km/s) (MathCentral, 2015).

Para se obter coordenadas utilizando o receptor GPS do smartphone é necessário que o

aplicativo acesse a classe de localização geográfica do sistema operacional. Para isso, o usuário precisa fornecer permissão para o aplicativo, o qual acontece durante a sua instalação. O sistema Android contém mais que uma biblioteca para chamar os recursos de localização, uma própria do sistema e outra própria dos serviços do “Google Play”. Embora o objetivo das duas bibliotecas sejam os mesmos (adquirir uma localização) os métodos que cada uma contém e utiliza são diferentes entre si (Google, 2015).

Diferente de um aparelho GPS dedicado, o smartphone contém alguns outros métodos para achar a localização do usuário, como usar a rede de torres da operadora de telefonia para achar sua localização ou usar internet, através de uma rede sem fio. A vantagem desses métodos é que eles consomem menos bateria e podem ser usados em situações em que o GPS dificilmente se conectaria com os satélites necessários para encontrar sua localização, como por exemplo, lugares que não estejam diretamente sob céu aberto (Microsoft, 2015). Esses métodos são menos precisos e, portanto, não utilizados pelo “TCC agrimensor” já que a precisão é fundamental para serviços de agrimensura.

2.3 Sobre o Funcionamento

Antes de começar o desenvolvimento do software, tendo como base os objetivos que o aplicativo deveria atender, foram elaborados alguns documentos que servem de guia de desenvolvimento, eles seguem o padrão UML (“*Unified Modeling Language*” traduz para Linguagem de Modelagem Unificada). O objetivo da UML é fornecer para desenvolvedores de softwares, ferramentas para análise, design, e implementação de sistemas, como também modelagem para negócios e processos similares (OMG UML, 2015, p. 1). Um dos documentos que foi criado é o diagrama de caso de uso. Ele tem como objetivo mostrar a interação dos usuários com um sistema e suas funções além de serem um jeito de capturar os requerimentos do sistema. O diagrama de caso de uso é classificado como uma especificação de comportamento dentro da UML (OMG UML, 2015, p. 637). Outro documento é o diagrama de atividade, que tem como objetivo, mostrar o fluxo dos dados através de estruturas de controle (OMG UML, 2015, p. 371). Nesse caso, ele é utilizado para mostrar o comportamento do aplicativo durante a navegação do usuário e suas decisões, com consequências dentro do “TCC agrimensor”. Ambos os documentos elaborados se encontram no apêndice desse trabalho.

Tendo as principais funções do aplicativo documentadas, o próximo passo é o desenvolvimento das funções através de código Java para Android.

A primeira atividade a ser desenvolvida para o aplicativo “TCC Agrimensor” foi a

“Registrar Posição”. Para isso, foi criada uma classe específica que implementa a interface de localização do Android e também seus métodos (Oracle.Java, 2015). Um dos métodos implementados, “*OnLocationChange*”, manipula informações como: latitude, longitude e margem de erro (em um intervalo de confiança de 68%), que foram fornecidas pelo provedor definido em código, o GPS do dispositivo, e os adiciona em uma lista (Android, 2015). Posteriormente, o acionamento de um botão pelo usuário irá percorrer essa lista provisória e irá selecionar a posição que contenha a menor margem de erro, o que trará maior confiabilidade à localização do usuário, e irá adicioná-la a uma lista permanente a qual fornecerá informações para as outras funções do aplicativo.

Tendo uma lista definitiva que irá guardar as posições geográficas que o usuário deseja, surge a necessidade de poder alterar a mesma, afinal, o usuário pode se arrepender de uma determinada posição. A segunda função, “Gerenciar Lista” faz com que o usuário possa remover qualquer registro inserido, isso permite ao usuário alterar a área que será medida sem perder os registros adquiridos previamente, ou seja, sem precisar reiniciar o aplicativo. Para isso ser possível, foi utilizado um objeto da classe “*ArrayList*”, que é filha da classe “*List*”, e um adaptador da classe “*ArrayAdapter*” para fazer a manipulação da “*ListView*”, que é o que o usuário visualiza em sua tela (Android, 2015).

Por uma justificativa parecida com a da “Gerenciar Lista”, as funções “Salvar Projeto” e “Carregar Projeto” são de extrema importância para o aplicativo, pois permitem que o usuário possa interromper seu uso e retornar posteriormente. Essas funções só são possíveis pela utilização das classes nativas do Java de manipulação de arquivos, como a “*FileOutputStream*” utilizada para criação dos arquivos e da “*BufferedReader*” para posterior leitura. A função “Salvar Projeto” converte os objetos para o formato “*String*” permitindo assim a escrita para um arquivo de texto. Já no “Carregar Projeto” é feito o processo inverso, o arquivo é lido e suas informações são convertidas para objetos e adicionados à lista permanente, de maneira que possam ser manipuladas pelas outras funções do aplicativo (Android, 2015).

A última função que faz parte do escopo desse trabalho é a “Visualizar Área e Perímetro”, ela corresponde ao processamento e saída desse sistema de informação, é durante sua execução que o usuário irá visualizar a resposta para seu problema. Primeiramente, antes de calcular a área e o perímetro, é necessário contextualizar o local em que o usuário registrou as posições, isso se dá através do “Google Maps”. Para se utilizar tal serviço em um aplicativo, é necessário se conectar aos servidores da Google responsáveis por essa aplicação e, para Google controlar esse acesso, é necessário que cada aplicação seja autenticada através de uma chave única distinta que deve ser criada quando o aplicativo se encontra em fase de distribuição

(Google, 2015). Com o local contextualizado, é necessário mostrar o polígono resultante das posições registradas, isso é feito invocando o método “*addPolygon*” e passando como atributo um objeto do tipo “*PolygonOptions*” que é criado a partir de uma simplificação (apenas latitude e longitude) dos objetos de posição salvos na lista permanente (Google, 2015). A última parte é o cálculo da área e do perímetro do polígono, ambos ocorrem através do uso da biblioteca “*Android-Maps-Utills*”, que contém a classe “*SphericalUtils*” e os métodos “*computeArea*” e “*computeDistanceBetween*”, o qual leva em consideração a curvatura terrestre e não somente um plano em seus cálculos (Google, 2015).

Todas as funções tiveram um pequeno tutorial escrito ensinando ao usuário como utiliza-las. Também foram feitos inúmeros tratamentos para que o usuário não tenha o uso do aplicativo interrompido por defeitos que possam surgir da ignorância do uso das funções.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O tipo de pesquisa que foi realizada usando o aplicativo “TCC Agrimensor” pode ser classificada, por Kauark, Manhães e Medeiros (2010, p. 28), como sendo uma pesquisa de campo, pois ela visa “descrever as características de determinada população ou fenômeno [...] Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados [...] Assume, em geral, a forma de levantamento”. Porém, durante o desenvolvimento do aplicativo era considerada como exploratória, pois “tem como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições.” (GIL, 2002, p. 41).

Os resultados foram abordados de maneira quantitativa, pois “considera o que pode ser quantificável, o que significa traduzir em números, opiniões e informações para classificá-las e analisá-las”. (KAUARK; MANHÃES; MEDEIROS, 2010, p. 26), sendo tabulados para comparação com uma medição base.

Como suporte bibliográfico, foi utilizado, além dos livros e artigos sobre o assunto encontrados durante a elaboração do projeto de pesquisa, os tutoriais de iniciação das páginas oficiais para desenvolvedores do Android e da Google.

Todas as etapas referentes ao planejamento, desenvolvimento e distribuição do aplicativo ocorreram em um computador desktop com uma placa mãe “ASRock P67 Pro3 SE”, processador “Intel Core I5 2500k” de 3.30Ghz, 4.0Gb de memória “RAM”, Placa de vídeo “Nvidia GeForce GTX 560 TI” e um “SSD Samsung 840 EVO” de 250Gb de armazenamento, rodando o sistema operacional “Windows 10”.

A criação dos diagramas do projeto de desenvolvimento ocorreu na ferramenta Microsoft Visio 2013, pois ela é de fácil utilização e já tinha sido utilizada durante o curso de graduação. Para interface de desenvolvimento, usou-se o software “Android Studio” versão 1.4, pois é a recomendada pelo Android, e o “Java Development Kit” versão 1.7.0_79 pois é necessário para o desenvolvimento usando a linguagem Java.

O dispositivo de teste e coleta utilizado, por pertencer ao desenvolvedor, foi o smartphone “Sony Xperia Z3”, sem bloqueio de operadora de telefonia móvel, rodando o sistema operacional “Android” versão 5.1.1 com as opções de desenvolvedor ativadas.

Para distribuição do aplicativo, o mesmo se encontra armazenado no “Google Drive” do autor com acesso público. Ele está acompanhado deste artigo e de um pequeno manual de instalação. Infelizmente, não foi possível a distribuição na loja oficial da Google para o Android, a “Google Play”, pois os critérios exigidos por eles não eram compatíveis com o cronograma estimado dessa pesquisa.

Para a obtenção dos dados que serviram para verificar a qualidade do aplicativo, foi escolhido três locais dentro do loteamento urbano “Jardim Veredas”, localizado no município de Cascavel-PR, que se encontrava em fase de implantação, com algumas ruas já pavimentadas, calçadas feitas e estacas indicativas de divisa. Os locais foram: o lote 08 da quadra 23, toda a quadra 23 e, por último, o conjunto formado pelas quadras 3, da 5 a 13 e da 15 a 23. Ou seja, uma área pequena, uma média, e uma grande. O levantamento em campo ocorreu no dia 10/11/2015, aproximadamente as 16:00h e o céu estava aberto, sem nuvens (importante para a qualidade do sinal GPS).

O aplicativo foi testado em situação de uso comum, cada vértice do polígono foi obtido com função “Registrar Pontos” por pelo menos 30 segundos e em cima das estacas indicativas de divisas do loteamento. Vértices em comum foram aproveitados, por exemplo, dois dos vértices do primeiro local são os mesmos do segundo local e um dos vértices é comum com os três locais registrados.

Não houve interferência no funcionamento do equipamento durante o uso e os resultados encontrados são mostrados de maneira estatística, o qual serve para descrever analiticamente a qualidade do aplicativo desenvolvido. Para isso, o método utilizado foi comparativo, utilizando de observação direta entre o resultado indicado pelo aplicativo e a medição base de cada local, ou seja, o descrito no mapa do loteamento, que está assinado por um responsável técnico e foi previamente aprovado junto a prefeitura, pois só assim pode-se alcançar os objetivos propostos. O mapa se encontra nos anexos desse trabalho.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1 Resultados

Os resultados foram divididos por etapas, sendo a primeira o aplicativo desenvolvido, “TCC Agrimensor”, representado aqui por suas telas e a segunda, as medições e comparações realizadas utilizando tal aplicativo.

4.1.1 O Aplicativo

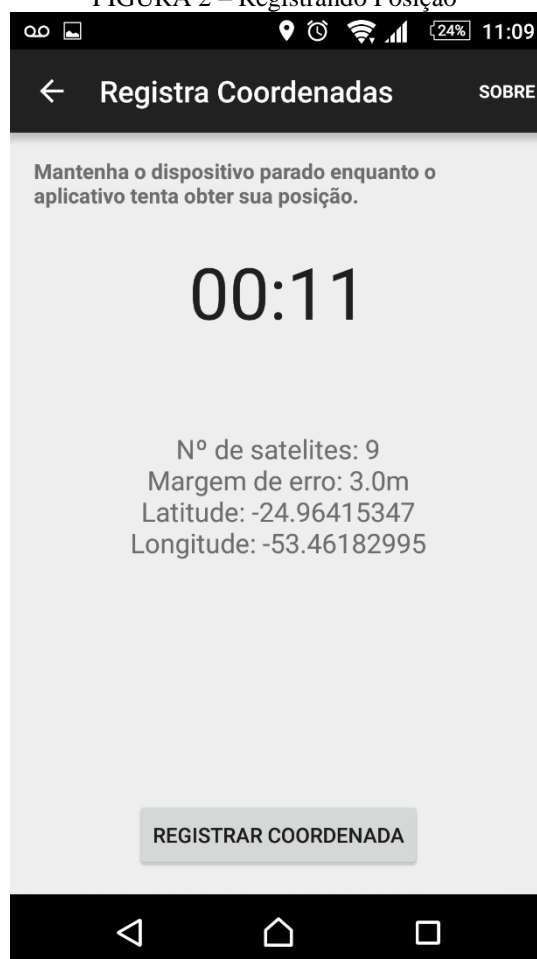
Na figura 1, temos a primeira tela que o usuário entra em contato após a abertura do aplicativo, é através dos botões contidos nela que ele pode navegar para as outras funções e é para essa tela que ele retornará quando usar o botão “Voltar” de seu dispositivo. Nos botões “Sobre” e “Licenças” se encontram algumas informações úteis ao usuário.

FIGURA 1 – Tela Inicial



FONTE: “TCC Agrimensor”

FIGURA 2 – Registrando Posição

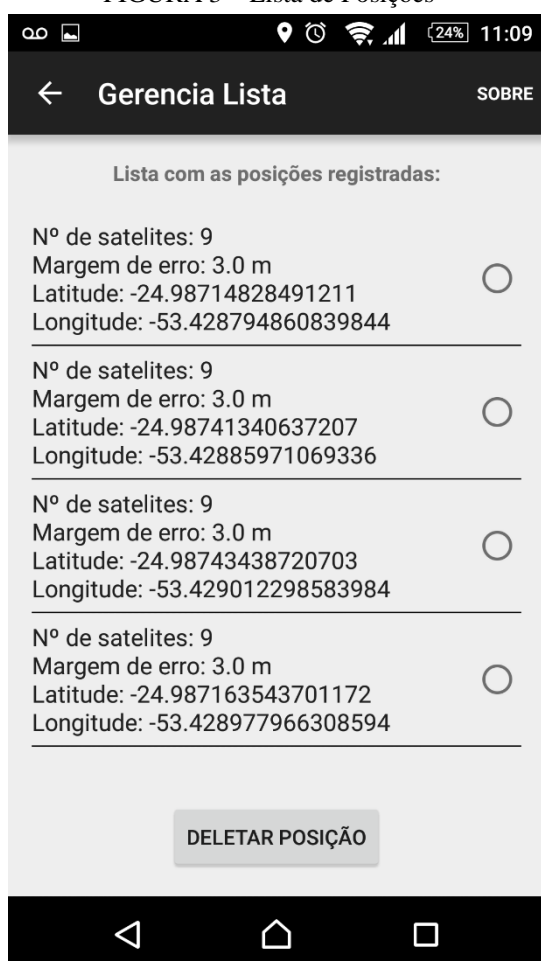


FONTE: “TCC Agrimensor”

A figura 2 mostra a tela referente à função “Registrar Posição” durante um uso. Pode-se verificar um aviso sobre como usar a função, o tempo desde o começo do registro, os dados da posição obtida até o momento e o botão que finaliza o registro e termina a função. Ao usar tal botão, o cronometro para, travando as informações e adicionando-as à lista de posições, para sair, o usuário deverá utilizar o botão “Voltar” do dispositivo.

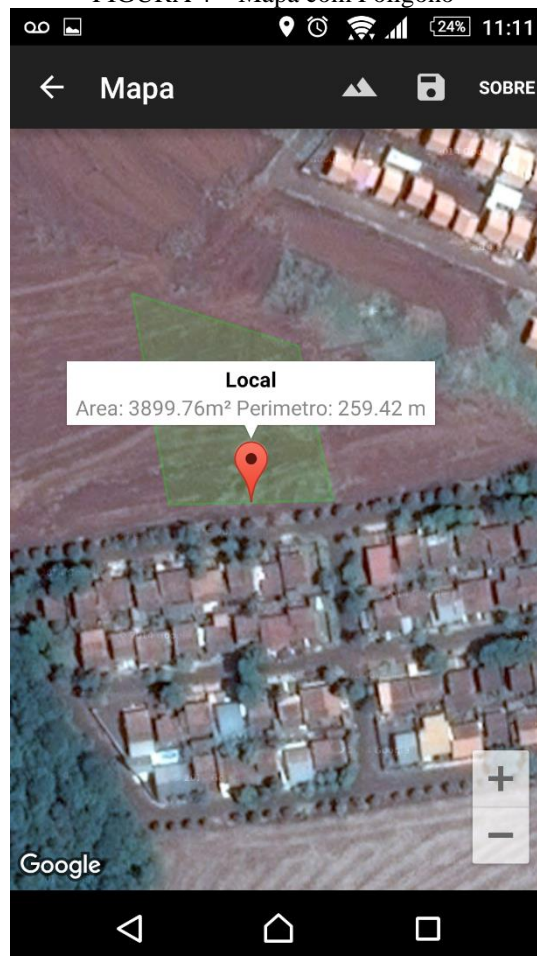
Caso o usuário entre na função “Gerenciar Lista” ele verá a figura 3, contendo todas as posições que foram registradas, na ordem que elas foram registradas. Caso o usuário queira fazer alguma alteração, basta selecionar a posição e utilizar o botão “Deletar Posição”, lembrando que os vértices do polígono são obtidos a partir dessa lista.

FIGURA 3 – Lista de Posições



FONTE: “TCC Agrimensor”

FIGURA 4 – Mapa com Polígono



FONTE: “TCC Agrimensor”

A saída do aplicativo é mostrada na figura 4, o mapa quando é aberto move-se automaticamente para o local medido. Pode-se observar na imagem, o polígono resultante da lista de posições e o resultado da medição, que é mostrado apenas quando o usuário toca na marcação. Para o mapa ser contextualizado, é necessário que o usuário esteja conectado à internet, já que as informações do Google como estradas ou a imagem de satélite ao fundo

precisam ser acessadas. O símbolo de um disquete permite salvar o mapa como imagem, facilitando a exportação para uso em outras ferramentas.

4.1.2 As Medições

Considerando que o aplicativo se encontrava funcional, foi então, testado se o mesmo alcançava o objetivo proposto, a medição de áreas com qualidade. Como informado no capítulo anterior, foi escolhido três locais para serem realizadas as medições, seguem os resultados:

O primeiro local medido foi o lote nº 08 da quadra 23. A área oficial informada é de 474,53m² e a soma dos lados do lote formam o perímetro oficial de 92,66m.

Dados obtidos pelo aplicativo				
Vértice	Nº de satélites	Erro	Latitude	Longitude
1	9	3 metros	-24.98714828491211	-53.428794860839844
2	9	3 metros	-24.98741340637207	-53.42885971069336
3	9	3 metros	-24.98743438720703	-53.429012298583984
4	9	3 metros	-24.987163543701172	-53.428977966308594
Área total: 494,02m ²			Perímetro: 94,60m	

A diferença entre as áreas é de 4,10% e entre os perímetros é de 1,02%. Em valores absolutos, 19,49m² para área e 1,94m para o perímetro.

O segundo local escolhido foi toda a quadra 23, com área oficial informada de 2994,53m². A soma dos lados da quadra nos fornece o perímetro oficial de 260,66m. Pode-se notar que os vértices 1 e 2 são os mesmos do primeiro local, já que o lote nº 08 é o lote final da quadra 23.

Dados obtidos pelo aplicativo				
Vértice	Nº de satélites	Erro	Latitude	Longitude
1	9	3 metros	-24.98714828491211	-53.428794860839844
2	9	3 metros	-24.98741340637207	-53.42885971069336
3	9	3 metros	-24.987403869628906	-53.42981719970703
4	9	3 metros	-24.98714828491211	-53.42982482910156
Área total: 2901,02m ²			Perímetro: 258,94m	

A diferença entre as áreas é de 3,22% e entre os perímetros é de 0,66%. Em valores absolutos, 93,51m² para área e 1,72m para o perímetro.

O conjunto formado pelas quadras 3, da 5 a 13 e da 15 a 23 formam o terceiro local. Sua área oficial de 261094,71m² foi calculada através da soma de todas as quadras mais as ruas e calçadas contidas no polígono resultante. Da mesma maneira, a soma dos lados do polígono resultante nos fornece o perímetro oficial de 2191,63m.

Dados obtidos pelo aplicativo				
Vértice	Nº de satélites	Erro	Latitude	Longitude
1	9	3 metros	-24,98741340637207	-53.42885971069336
2	7	3 metros	-24,98733901977539	-53,43415832519531
3	7	3 metros	-24,98357582092285	-53,43408966064453
4	8	3 metros	-24,98358917236328	-53,43193054199219
5	8	3 metros	-24,982912063598633	-53,43192672729492
6	9	3 metros	-24,98295021057129	-53,42991256713867
7	9	3 metros	-24,983631134033203	-53,42991638183594
8	9	3 metros	-24,983667373657227	-53,4277458190918
Área total: 261362,58m ²			Perímetro: 2174,50m	

A diferença entre as áreas é de 0,10% e entre os perímetros é de 0,78%. Em valores absolutos, 267,87m² para área e 17,13m para o perímetro.

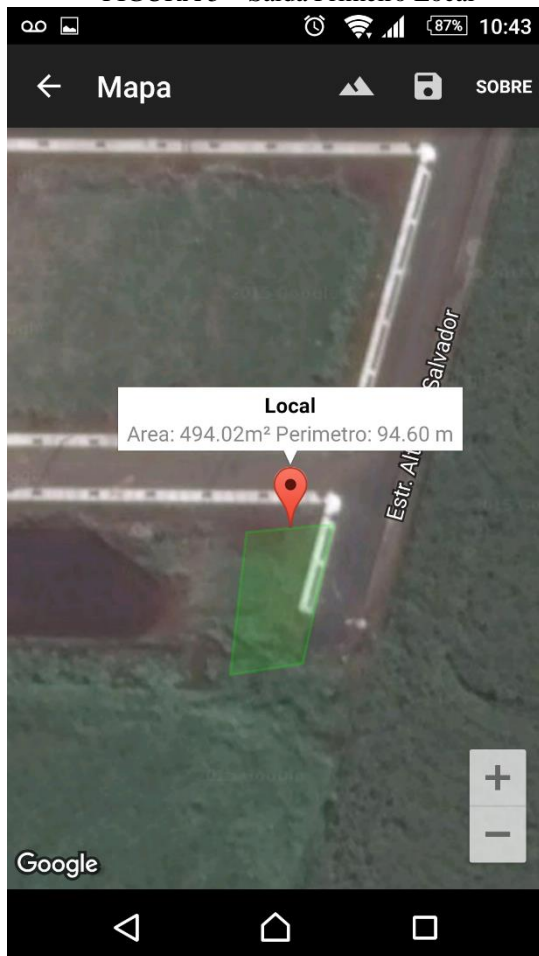
4.2 Discussão

A margem de erro de 3 metros com um intervalo de confiança de 68%, que foi a melhor obtida durante as medições, proíbe o uso do aplicativo em atividade que requerem precisão de centímetros, como por exemplo, a demarcação do local de uma casa. Isso é evidenciado pela primeira medição, 4.10% de desvio traduz para 19,49m², ou seja, um cômodo da casa.

Em áreas grandes, o aplicativo obteve o melhor resultado, 0,10% de desvio, se considerarmos que a área medida tem o tamanho de 10,7 alqueires paulistas (24.200m² é igual a um alqueire paulista, medida muito utilizada na agricultura) e foi criada com um formato irregular, uma das possíveis utilizações do aplicativo que pode ser indicada é a medição de grandes áreas agrícolas.

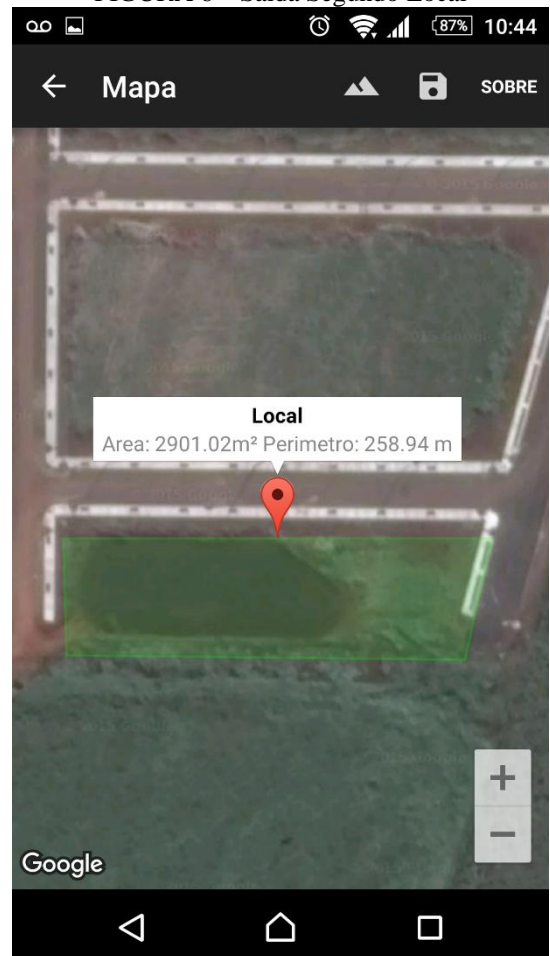
Um problema encontrado pode ser visto apenas nas imagens de saída do aplicativo, até o momento da elaboração desse artigo não teve a causa descoberta. O polígono gerado encontra-se deslocado em relação ao mapa contextualizado pelo Google, como pode ser verificado nas figuras 5, 6 e 7.

FIGURA 5 – Saída Primeiro Local



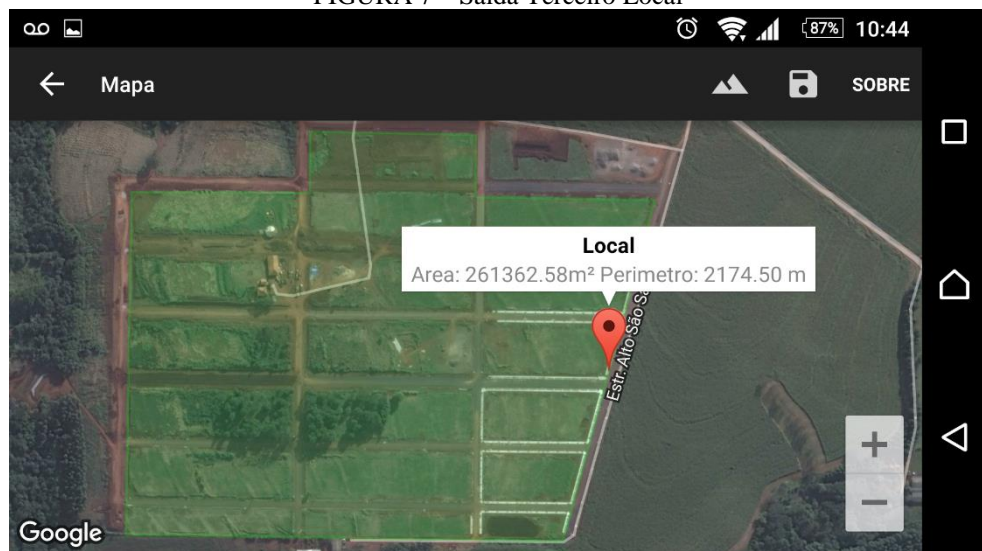
FONTE: "TCC Agrimensor"

FIGURA 6 – Saída Segundo Local



FONTE: "TCC Agrimensor"

FIGURA 7 – Saída Terceiro Local



FONTE: "TCC Agrimensor"

Uma hipótese a ser levantada para a melhoria dos resultados obtidos seria o uso do método de interpolação das posições adquiridas pelo aplicativo no momento do registro na lista geral. Tal método não foi utilizado nessa pesquisa pois ampliaria demais o escopo do projeto,

seria necessário primeiro testar a eficiência de tal método em dispositivos que não são próprios para agrimensura, como smartphones.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do aplicativo “TCC Agrimensor” pode ser considerado bem-sucedido já que o mesmo se encontra em estado de funcionamento e distribuição, pois não foi encontrado nenhum erro que interrompesse abruptamente seu uso.

Observando as medições obtidas do uso do aplicativo, constata-se que o mesmo cumpre parcialmente com a proposta de ser uma ferramenta alternativa de medição de áreas, porém, o mesmo não substitui serviços e equipamentos especializados em agrimensura. Seu uso é recomendado para grandes dimensões, pois a margem de erro consegue ser diluída.

Seu nicho de aplicação continua sendo o sugerido na introdução, um aplicativo para smartphones, com o sistema operacional Android, que pode ser utilizado para o levantamento prévio de informações referentes a medidas de áreas, onde não há necessidade de elevada precisão, ou seja, uma alternativa barata frente aos serviços de um agrimensor.

Quanto ao desenvolvimento do aplicativo, o mesmo tem o código aberto e permite ser expandido, tanto para adicionar novas funcionalidades quanto para a melhoria das existentes. A última versão inclui a função para obter o perfil topográfico de um terreno, porém, tal função ainda não foi testada e não está inclusa no escopo desse projeto.

Para ampliação desse estudo, recomenda-se que sejam realizadas mais medições comparativas com outros dispositivos smartphones, pois pode haver variação no hardware responsável pelo GPS de cada modelo.

Durante a apresentação deste trabalho, foi sugerido a adição de uma funcionalidade para exportação da lista de coordenadas em formato “.dxf”, padrão das ferramentas CAD, permitindo assim a interação com outros softwares.

Esse artigo e o aplicativo encontram-se disponibilizados no seguinte endereço <https://drive.google.com/open?id=0BxyLsz130C1XVV9TVHB3QWVDc3M>.

REFERÊNCIAS

ANDROID. **Dashboards.** Disponível em: <<http://developer.Android.com/about/dashboards/index.html>>. Acessado em 08/11/2015.

ANDROID. **Location and Maps.** Disponível em: <<http://developer.Android.com/guide/topics/location/index.html>>. Acessado em 08/11/2015.

ANDROID. **List View.** Disponível em: <<http://developer.Android.com/guide/topics/ui/layout/listview.html>>. Acessado em 08/11/2015.

CONFEA. **Resolução nº 218, de 29 jun 1973.** Disponível em: <<http://normativos.confea.org.br/ementas/visualiza.asp?idEmenta=266>>. Acessado em 08/11/2015.

DICIO. **Significado de Poligono.** Disponível em: <<http://www.dicio.com.br/poligono/>>. Acessado em 08/11/2015.

ERICSSON. **Ericsson Mobility Report.** Disponível em: <<http://www.ericsson.com/news/1925907>>. Acessado em: 07/06/2015.

GIL, A. C.. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

GOOGLE. **Android APIs: android.location.** Disponível em: <<http://developer.Android.com/reference/Android/location/package-summary.html>>. Acessado em: 07/06/2015.

GOOGLE. **Introduction to the Google Maps Android API.** Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/Android-api/intro>>. Acessado em 08/11/2015.

GOOGLE. **Shapes.** Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/Android-api/shapes>>. Acessado em 08/11/2015.

GOOGLE. **Google Maps Android API Utility Library.** Disponível em: <<https://developers.google.com/maps/documentation/Android-api/utility>>. Acessado em 08/11/2015.

JORNAL DE ITAIPU ELETRONICO. **Potencial do Oeste do Paraná é mostrado na Expo Milão**. Disponível em: <<http://jie.itaipu.gov.br/conte%C3%BAdo/potencial-do-oeste-do-paran%C3%A1-%C3%A9-mostrado-na-expo-mil%C3%A3o>>. Acessado em 08/11/2015.

KAUARK, F. S.; MANHÃES, F. C.; MEDEIROS, C. H.. **Metodologia da pesquisa**: um guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

MATHCENTRAL. **The Global Positioning System and Circles**. Disponível em: <<http://mathcentral.uregina.ca/beyond/articles/LoranGPS/GPS.html>>. Acessado em: 07/06/2015.

MICHAELIS. **Significado de “agrimensura”**. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php?lingua=portugues-portugues&palavra=agrimensura>>. Acessado em: 08/11/2015.

MICROSOFT. **How to get the phone's current location for Windows Phone 8**. Disponível em: <<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/jj206956.aspx>>. Acessado em: 07/06/2015.

MICROSOFT. **Location for Windows Phone 8**. Disponível em: <<https://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/ff431800.aspx>>. Acessado em: 07/06/2015.

OMG. **OMG Unified Modeling Language (OMG UML) Version 2.5**. 2015. Disponível em: <<http://www.omg.org/spec/UML/2.5/PDF>>. Acessado em 08/11/2015.

ORACLE.JAVA. **About the java technology**. Disponível em: <<https://docs.oracle.com/javase/tutorial/getStarted/intro/definition.html>>. Acessado em 08/11/2015.

ORACLE.JAVA. **What is an interface?**. Disponível em: <<https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/concepts/interface.html>>. Acessado em 08/11/2015.

ORACLE.JAVA. **What is a class?**. Disponível em:
<<https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/concepts/class.html>>. Acessado em 08/11/2015.

OXFORD DICTIONARIES. **Computing Application**. Disponível em:
<http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/application#application_12>. Acessado em 08/11/2015.

TANENBAUM, A. S.; WOODHULL, A. S.. **Sistemas Operacionais: Projetos e Implementação**. 3ª edição. Bookman, 2008.

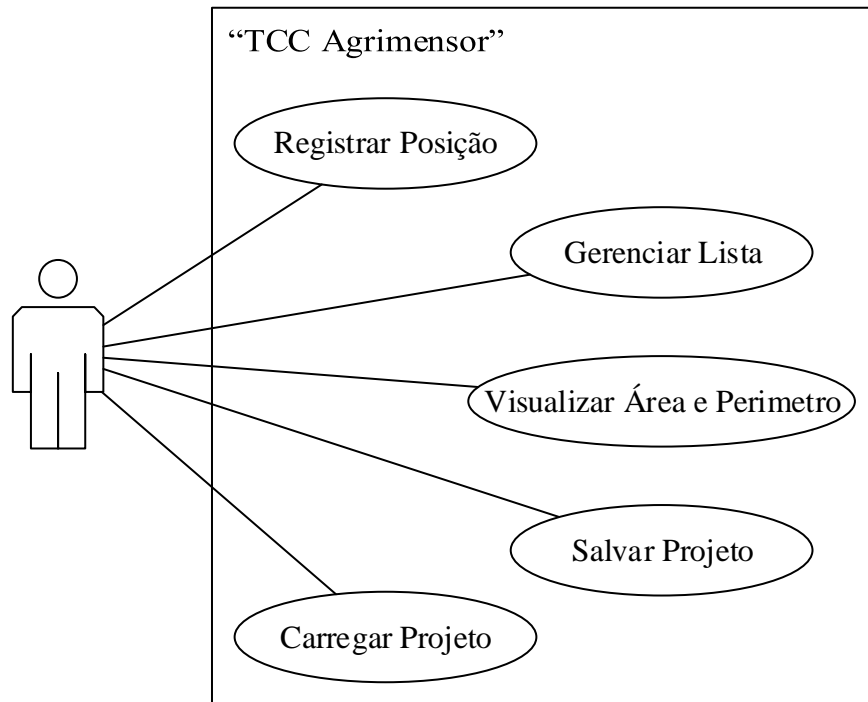
U.S. GOVERNMENT. **GLOBAL POSITIONING SYSTEM STANDARD POSITIONING SERVICE PERFORMANCE STANDARD**. 4ª edição, 2008. Disponível em:
<<http://www.gps.gov/technical/ps/2008-SPS-performance-standard.pdf>>. Acessado em: 07/06/2015.

ANEXO I

Partido urbanístico do loteamento “Jardim Veredas”.

APÊNDICE A

Diagrama de caso de uso.



APÊNDICE B

Diagrama de Atividade.

