

## ANÁLISE DA VIABILIDADE DO USO DE DADOS PROVENIENTES DE SENSORES PRESENTES EM SMARTPHONES VISANDO A MENSURAÇÃO DE ÂNGULOS E DISTÂNCIAS

LÍVIA FARIA SAMPAIO 1  
Universidade Federal do Paraná - UFPR  
liviafariasampaio@gmail.com

ANA LUÍZA BANDEIRA 2  
Universidade Federal do Paraná - UFPR  
analuiza.bandeira@gmail.com

LUÍS AUGUSTO KOENIG VEIGA 3  
Universidade Federal do Paraná - UFPR  
kngveiga@gmail.com

SAMIR DE SOUZA OLIVEIRA ALVES 4  
Universidade Federal do Paraná - UFPR  
samirsoalves93@gmail.com

FELIPE CARVAJAL RODRIGUEZ 5  
Universidade Federal do Paraná - UFPR  
felipe.carvajalro@gmail.com

LEANDRO ÍTALO BARBOSA DE MEDEIROS 6  
Universidade Federal do Paraná - UFPR  
eng.leandromedeiros@gmail.com

**Resumo:** Os smartphones se tornaram instrumentos de comunicação e de recuperação de informações, mas como parte de sua funcionalidade eles também contêm uma variedade de sensores para determinar sua orientação, localização e condições meteorológicas. Ao longo dos anos centenas de aplicativos foram projetados para acessar essas informações ocultas provenientes dos sensores, transformando estes aparelhos em plataformas de medição e geralmente sem nenhum custo [1]. Alguns exemplos de sensores que vêm acoplados aos smartphones mais modernos são: acelerômetro, bússola digital, giroscópio, GPS, microfone e câmera. Estes possibilitam o surgimento de novos aplicativos [2]. Com o advento desses aparelhos, facilitou-se o processo de programação para utilização dos dados provenientes desses sensores. A maioria dos smartphones disponíveis no mercado dispõe de plataformas abertas e programáveis. Além disso, é possível utilizar interfaces de programação a partir de plataformas confiáveis e que permitem acessar os sensores disponíveis nos aparelhos [2]. Esse fator permitiu o desenvolvimento de diversas aplicações voltadas as mais variadas finalidades, como para o setor de saúde, monitoramento ambiental, segurança, transporte, entre outros. Dentro das Ciências Geodésicas alguns estudos já foram desenvolvidos no contexto do uso de smartphones para diferentes aplicações como: os sistemas de informações geográficas (SIG) [3]; fotogrametria – com aplicativos desenvolvidos para planejamentos de voos aerofotogramétricos; monitoramento de estruturas [4] e levantamentos GNSS (*Global Navigation Satellite System*) [5]. A partir disso, essa pesquisa tem como objetivo realizar o desenvolvimento de um aplicativo em plataforma livre, que permita acessar os dados de diferentes sensores acoplados ao smartphone, com o propósito de realizar medidas de ângulos e distâncias através deste aplicativo. Dessa forma, é possível obter as coordenadas tridimensionais mensuradas no espaço físico. Estas coordenadas ainda não apresentam precisão compatível com levantamentos tradicionais, mais indicam um caminho de pesquisa a ser percorrido. Para avaliar a viabilidade do aplicativo foram realizadas medições com estação total localizada nas mesmas posições em que serão realizadas as medidas com o aplicativo desenvolvido. Salih e Malik (2012) [6] apresentaram um método para calcular a profundidade e a geometria de determinado objeto em uma foto a partir de uma única imagem 2D. Nesta pesquisa utilizou-se essa metodologia apresentada por estes autores para o cálculo da distância entre o smartphone e um determinado ponto medido na foto. A primeira etapa da

---

A. B. autor 1; C. D. Autor 2

metodologia consistiu na elaboração do aplicativo que foi denominado de MEDIDAS. Este aplicativo foi dividido em partes para facilitar a entrada e saída de dados. Como ferramenta para criação do aplicativo, utilizou-se uma plataforma denominada de MIT App Inventor, um ambiente que utiliza uma linguagem visual baseada em blocos para permitir que os usuários criem aplicativos para dispositivos móveis. A criação de um projeto no “App Inventor” consiste em um conjunto de componentes e blocos de programas que fornecem funcionalidades a esses componentes. Esses componentes são itens visíveis no telefone, como por exemplo, botões e caixas de texto, e itens não visíveis, como sensores e banco de dados [7]. Para avaliação preliminar do funcionamento do aplicativo, foram realizados testes com o mesmo no Laboratório de Geodésia Aplicada à Engenharia (GEENG) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Estes testes consistiram na medida de alguns pontos em um ambiente interno e em ambiente externo. Para isto, utilizou-se um smartphone que foi colocado em um suporte desenvolvido no laboratório, composto por uma base nivelante adaptada, um suporte de celular normalmente utilizado para fixação dos smartphones em veículos, e um suporte de prisma, que foi adaptado para o suporte de celular. Dessa forma, foi possível instalar esse equipamento no tripé na mesma posição (centragem) em que a estação-total foi instalada para conferência das medidas. Foram distribuídos alvos ao redor da posição onde foram instalados os equipamentos (celular e estação), e estes foram utilizados para a realização das medidas. Com a estação total foram realizadas 3 séries de leituras, já para as medidas realizadas com o aplicativo foram realizadas 5 séries. Os resultados obtidos com os testes executados em ambiente externo mostraram que, para as distâncias avaliadas, as diferenças obtidas entre os dados medidos pela estação-total e pelo aplicativo MEDIDAS foi em média de 0,69 metros, ainda uma diferença significativa comparadas com técnicas topográficas tradicionais, porém melhor que um posicionamento absoluto por técnicas GNSS. A diferença encontrada entre o ângulo vertical calculado pelo aplicativo e o medido pela estação-total variou de 0,58° a 2,38°. Entre as séries de medidas realizadas pelo aplicativo para a determinação do ângulo vertical de um mesmo ponto, o desvio-padrão máximo encontrado foi de 2,46°. Já os ângulos horizontais apresentaram as maiores diferenças em relação os valores padrão. Por exemplo, para os ângulos horizontais obtidos com a estação total com valores de: 69,03°; 145,46° e 205,78° as diferenças em módulo entre os dados obtidos foram de 6,82°; 7,18° e 29,39°, respectivamente. Estas discrepâncias observadas aumentaram conforme o aumento do ângulo medido e calculado, verificando-se assim um problema principalmente em relação ao cálculo dos ângulos horizontais. Isto correlaciona-se diretamente a forma com que estes valores são obtidos no celular, empregando-se o magnetômetro, que possui baixa precisão e é suscetível a variações do campo magnético ao seu redor. Entretanto, para a série de medidas realizadas pelo aplicativo de medidas para um mesmo ponto, o ângulo horizontal apresentou um desvio-padrão máximo de 3,25°. Durante o procedimento de campo, verificou-se que a determinação dos ângulos pelo aplicativo não pode ser feita imediatamente após o direcionamento do celular para o ponto a ser medido, pois os valores fornecidos pelo sensor levam um tempo para estabilizar e apresentarem valores mais coerentes com os valores reais. Recomenda-se que, em pesquisas futuras, sejam investigadas técnicas de calibração para os sensores utilizados no aplicativo, além de valores que possam ser atribuídos para uma correção proporcional dos ângulos horizontais. A partir das análises realizadas conclui-se que, com acesso aos dados fornecidos pelos sensores presentes em smartphones, pode-se realizar medidas de ângulos e distâncias, sendo possível determinar as coordenadas tridimensionais de pontos em uma superfície física, porém com uma qualidade ainda limitada em decorrência da precisão dos sensores angulares obtidos e do método de avaliação de distância.

**Palavras-chaves:** Aplicativo MEDIDAS 1, Sensores de Smartphone 2, Determinação de ângulos e distâncias 3.

## Referências

- ODENWALD, Sten. Experimenter’s Guide to Smartphone Sensors: A Guide to Smartphone Sensors. V. 6, May 2019 [1].
- LANE, Nicholas D. et al. A survey of mobile phone sensing. IEEE Communications magazine, v. 48, n. 9, p. 140-150, 2010 [2].
- CONTI, Giuvane; RIBEIRO, Selma Regina Aranha; DIAS, Ariangelo Hauer. Arquitetura de um sistema de informação geográfica mobile para coleta de dados geográficos baseados em conceitos de cloud computing e banco de dados NoSQL, 2015 [3].
- PERES, F. F. F. et al. Realidade aumentada para o acesso à instrumentação da barragem de Itaipu. XXX-Seminário Nacional de Grandes Barragens, 2015 [4].
- HWANG, Jinsang et al. Development of an RTK-GPS positioning application with an improved position error model for smartphones. Sensors, v. 12, n. 10, p. 12988-13001, 2012 [5].
- SALIH, Yasir; MALIK, Aamir S. Depth and geometry from a single 2d image using triangulation. IEEE International Conference on Multimedia and Expo Workshops. IEEE, 2012. p. 511-515 [6].

TURBAK, Franklyn; WOLBER, David; MEDLOCK-WALTON, Paul. The design of naming features in App Inventor 2. In: 2014 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC). IEEE, 2014. p. 129-132 [7].