10º FEPEG FÓRUM ENSINO · PESQUISA EXTENSÃO · GESTÃO
RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA
ISSN 1806-549 X

Autor(es): WILLER FAGUNDES DE OLIVEIRA, MATHEUS AZEVEDO DE SOUZA OLIVEIRA, CARLOS VIANA RIBEIRO GUEDES GERALDO

ANÁLISE PRELIMINAR DO USO DE MICRO RECEPTOR (SMARTPHONE) AGPS E RECEPTOR GNSS (NAVEGAÇÃO) EM NIVELAMENTO GEOMÉTRICO.

Introdução

A tecnologia tem provocado alterações significativas na sociedade, principalmente na maneira de trabalhar, onde talvez seja o principal alvo de interesse a ser transformado. Nas áreas de engenharia o impacto do uso dos microprocessadores foi expressivo, pois possibilitou o surgimento de novas tecnologias, como por exemplo, a nanotecnologia e o *Global Navigation Sattelite System* (GNSS) (NAKAMURA; JÚNIOR, 2010).

O GNSS é constituído por diferentes sistemas de posicionamento geográfico via satélites. Dentre os diversos sistemas de satélites que compõem o GNSS, destacam-se os que fazem parte da *International GNSS Service* (IGS), tais como: o *Global Positioning System* (GPS) dos Estados Unidos e o *Global Orbiting Navigation Sattelite System* (GLONASS) da Rússia. Estes e outros sistemas de satélite produzem sinais que são captados por receptores GNSS, instrumentos portáteis que determinam as coordenadas geodésicas no local da aplicação.

Com o advento dos *Smarthphones* e dos sistemas operacionais (Android, iOS e outros) a eles inseridos, muitas funcionalidades surgiram. Além da comunicação e entretenimento, os *Smarthphones* são aptos a baixar aplicativos, conhecidos como "Apps", que capacitam os aparelhos a desempenharem diversas funcionalidades específicas.

Os *Smarthphones*, quando integrados ao *Google Maps*, podem desenvolver aplicações que utilizam o sistema GNSS. Tais aplicações são ampliadas e melhoradas quando se utilizam os aplicativos específicos da Geomática, o que torna os *Smarthphones* semelhantes ao Receptor GNSS convencional, em termos de funcionalidades geográficas. É notório que tal tecnologia está a cada dia mais acessível aos usuários de maneira geral, principalmente em termos econômicos. Neste sentido, o presente trabalho visa avaliar, preliminarmente, o potencial de uso do Micro receptor (*Smartphone*) *Assisted-Global Positioning System* (AGPS: versão aprimorada do GPS que utiliza GPRS e 3G como suporte) e Receptor GNSS (Navegação) em Nivelamento Geométrico, bem como comparar as discrepâncias entre eles.

Material e Métodos

O levantamento foi realizado nos dias 06/07/2015 e 07/07/2015 na cidade de Montes Claros / MG, Rua Lafetá, n°09 até n°1124 e na Rua Reginaldo Ribeiro, n° 142 até 318. Primeiramente, foi realizado o Nivelamento e Contranivelamento geométrico nas ruas supracitadas, obtendo assim, duas seções (S1 e S2) de nivelamento com 32 pontos levantados no total. A tolerância de fechamento do Nivelamento e Contranivelamento foi estabelecida de acordo com a NBR 13133, ou seja, classe IIN Geom ($20mm\sqrt{K}$). Utilizou-se um Nível Óptico da marca LEICA – NA820, com precisão de $\pm 2{,}5\ mm/Km$, um tripé e uma mira de encaixe (escala de leitura em milímetros). Todos os pontos cotados no Nivelamento Geométricos foram materializados, e logo em seguida, os mesmo foram georreferenciados pelo Micro receptor AGPS e Receptor GNSS para, posteriormente, serem comparados.

O *Smartphone* utilizado foi da marca Sony®, modelo *Xperia Z3 Compact*. Já o aplicativo utilizado para registrar as informações geográficas, ou seja, coordenadas geodésicas (Latitude, Longitude e Altitude Geométrica) foi o *Mobile Topographer*© (Versão 7.8.3). O Receptor GNSS utilizado foi o da marca GARMIN®, modelo *eTrex20*, compatível com o sistema WAAS e GLONASS. Utilizou-se o método de Levantamento Geodésico Absoluto Estático em ambos os receptores, com *5'* de inicialização e *1'* de rastreamento em cada ponto. Cada ponto cotado no Nivelamento Geométrico foi georreferenciado com os dois receptores simultaneamente, com intuito de obter a mesma distribuição ou arranjo espacial das órbitas dos satélites em rastreamento. O levantamento foi configurado no Sistema de Coordenadas Geodésicas, Datum WGS 84, Latitude, Longitude e Altitude Geométrica.

Após o levantamento geodésico, os dados georreferenciados do Receptor GNSS foram descarregados no *Software* GPS TrackMaker©, onde foi possível avaliar minuciosamente as coordenadas geodésicas, logo em seguida, os referidos dados foram transferidos para o *Microsoft Excel*. Já os registros de localização do aplicativo *Mobile Topographer*© instalado no *Smartphone*, foram transferidos para o *Software* QGIS, em seguida, também foram exportados para o *Microsoft Excel.*

Para calcular as discrepâncias, elevou-se a cota inicial de ambas as seções (S1 e S2) aos valores das altitudes geométricas obtidas com o Micro receptor AGPS e Receptor GNSS, obtendo assim duas cotas iniciais e diferentes para cada seção (S1 e S2). Por conseguinte, as cotas obtidas através do Nivelamento Geométrico e elevadas ao valor de altitude geométrica por meio da cota inicial, foram consideradas como altitudes geométricas verdadeiras. Em seguida,

10º FEPEG FÓRUM ENSINO · PESQUISA EXTENSÃO · GESTÃO
RESPONSABILIDADE SOCIAL: INDISSOCIABILIDADE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA
ISSN 1806-549 X

calculou-se as discrepâncias (Equação 1 e 2) entre as altitudes obtidas através do Nivelamento Geométrico- (h_N) com as altitudes obtidas através do Receptor GNSS - (h_G), bem como entre as altitudes obtidas através do Micro receptor AGPS - (h_S), conforme as equações 1 e 2 respectivamente.

$$\Delta h_{N\text{-}G} = |h_N - h_G| \quad (1) \qquad \text{e} \qquad \Delta h_{N\text{-}S} = |h_N - h_S| \quad (2)$$

Onde: $\Delta h_{N\text{-}G}$ = Discrepância, em módulo, entre a altitude obtida através do Nivelamento Geométrico (h_N) e a altitude obtida através do Receptor GNSS -(h_G); $\Delta h_{N\text{-}S}$ = Discrepância, em módulo, entre a altitude obtida através do Nivelamento Geométrico (h_N) e a altitude obtida através do Micro receptor AGPS – (h_S).

A partir das discrepâncias ($\Delta h_{N\text{-}G}$ e $\Delta h_{N\text{-}S}$), foi possível calcular (Micro software Excel → Análise de Dados) a discrepância média (Equação 3) e os desvios-padrão (Equação 4).

$$\overline{\Delta h} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta h_i}{n} \quad (3) \qquad \text{e} \qquad \sigma_{\Delta h} = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} (\Delta h_i - \overline{\Delta h})^2}}{n-1} \quad (4)$$

Para comparar as precisões e os erros absolutos das altitudes estimadas através dos instrumentos supracitados, primeiramente, realizou-se o teste F, com nível de significância de 5%, a fim de identificar se as discrepâncias continham variâncias diferentes, estatisticamente, entre elas. Após o teste F, procedeu-se teste de hipótese (T-Student), com nível de significância de 5%, considerando as seguintes hipóteses:

$$H_0: \overline{\Delta h_{N\text{-}G}} = \overline{\Delta h_{N\text{-}S}} \quad versus \quad H_1: \overline{\Delta h_{N\text{-}G}} \neq \overline{\Delta h_{N\text{-}S}}$$

A partir do teste de hipótese acima, foi possível responder, preliminarmente, se os instrumentos apresentam ou não discrepâncias iguais estatisticamente, bem como avaliar a precisão e o erro absoluto médio dos mesmos, tendo como base os desvios-padrão e a média das discrepâncias. Mikhail e Gracie (1981) também usaram em suas análises o desvio padrão como indicador de precisão. Em vista disso, as médias das discrepâncias e os desvios dos receptores (Navegação e Smarthphone) fornecerão parâmetros que auxiliarão na escolha dos instrumentos de acordo com a precisão pretendida para um determinado levantamento altimétrico, além da possiblidade de substituição do Receptor GNSS pelo Micro receptor AGPS.

Resultados e discussão

A Tabela 1 apresenta um resumo da estatística descritivas da discrepância do Receptor GNSS $\Delta h_{N\text{-}G}$ e das discrepância obtidas através do Micro receptor AGPS - $\Delta h_{N\text{-}S}$. Embora a média das discrepâncias e dos desvios do Receptor GNSS mostraram-se superiores aos do Micro receptor AGPS, os resultados ainda não foram suficientes para uma análise de viabilidade de substituição. Pois, no teste de tendência de comparação das discrepâncias entre os receptores, o $\hat{t}$ teórico (bicaudal) foi extraído da tabela com graus de liberdade de 31, ou seja, $t_{0,95}^{g.l=31} = 0,786$ e, o $\hat{t}$ calculado foi de 2,0, isso resulta na aceitação de H_0, ou seja, as médias das discrepâncias são estatisticamente iguais.

Em relação as discrepância média do Receptor GNSS, resultados aproximados foram encontrados por Santos et al (2011), em que os autores utilizando o Nivelamento Geométrico como altitudes verdadeiras, compararam o Receptor GPS e Geodésico (L1) e encontraram, respectivamente, discrepância média de 7,824m e 0,010m.

A fim de realçar as discrepâncias em cada ponto obtido com o Micro receptor AGPS e o Receptor GNSS, foram plotados (Fig. 1 e 2) os perfis longitudinais de cada Seção. Os valores mínimo (0,161) e máximo (21,093) foram obtidos no Levantamento utilizando Receptores GNSS na Seção 1.

Conclusão

Os usos de Micro receptores AGPS e Receptores GNSS não são viáveis para Nivelamento Geométrico e Levantamentos Altimétricos que requerem precisão estabelecida pela NBR 13133. Embora as médias das discrepâncias do Receptor GNSS e do Micro receptor AGPS são estatisticamente iguais, o que tudo indica na possibilidade de substituição do Receptor GNSS pelo Micro receptor AGPS, ainda não são conclusivas em razão do número de grau de liberdade. Recomenda-se novos estudos de discrepância horizontal e vertical que contemplam Micro receptores GNSS, AGPS e Receptores GNSS com o Receptor GNSS Geodésico para efeitos de compatibilidade de informações.

Referências bibliográficas

MIKHAIL, E.M.; GRACIE, G. **Analysis and adjustment of survey measurements**. New York:1981. 340 p.
NAKAMURA, A. Z.; JÚNIOR, P. G. GEOTECNOLOGIAS aplicadas à construção civil. **Brasil Engenharia**, v. 601, p. 101–105, 2010. Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com/portal/images/stories/revistas/edicao601/Art_Construcao_Civil_601.pdf>.

SANTOS, I.S.; CASAROLI, D.; FAGAN, E.B.; DA SILVA, J.O.; SOUSA, M.C. Comparison between GPS receivers and optical level. **Revista do Centro Universitário de Patos de Minas-CERRADO AGROCIÊNCIAS**, V.2, Patos de Minas, UNIPAM, (2):91-95, set. 2011.
IGS. **International GNSS Service (IGS)-About-Components**. Disponível em: <http://www.igs.org/about>. Acesso em: 12 set. 2016.
RUBINO, D. **GPS vs. aGPS: A Quick Tutorial**. Disponível em: <http://www.windowscentral.com/gps-vs-agps-quick-tutorial.>. Acesso em: 12 set. 2016.

Tabela 1. Estatística descritiva das discrepâncias do obtidas no levantamento.

Δh_{N-G} (m)		Δh_{N-S} (m)	
Média	6,287	Média	5,288
Erro padrão	1,047	Erro padrão	0,717
Desvio padrão	5,732	Desvio padrão	3,929
Variância da amostra	32,858	Variância da amostra	15,440
Mínimo	0,161	Mínimo	0,510
Máximo	21,093	Máximo	14,293

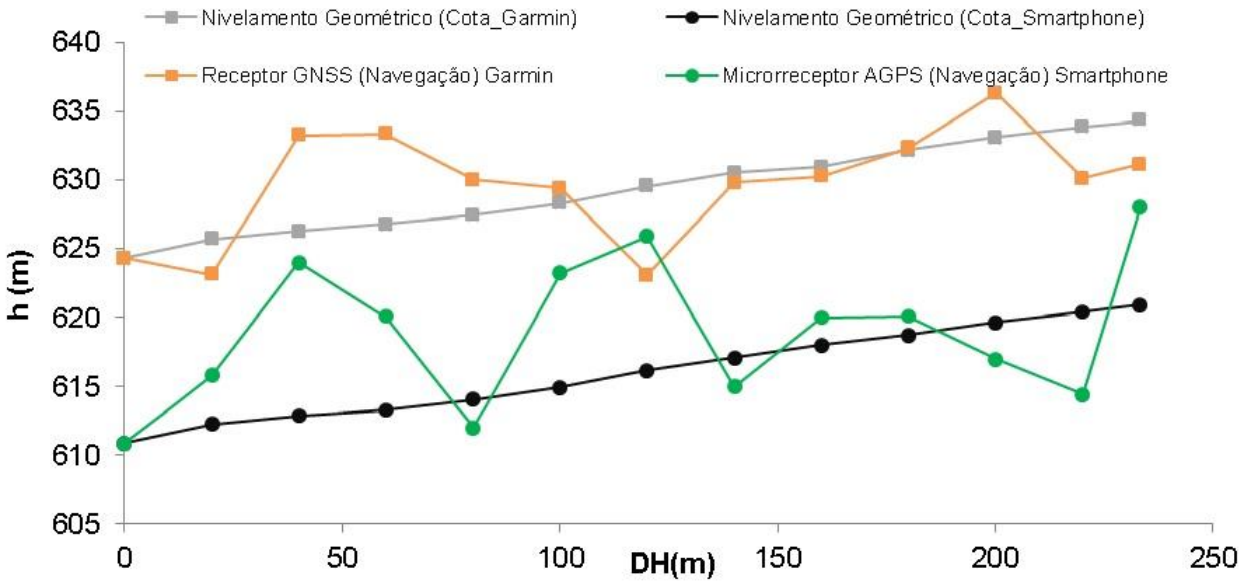

Figura 1. Seção 1 do Nivelamento Geométrico e Levantamento Geodésico. Rua Lafetá, nº09 até nº1124.

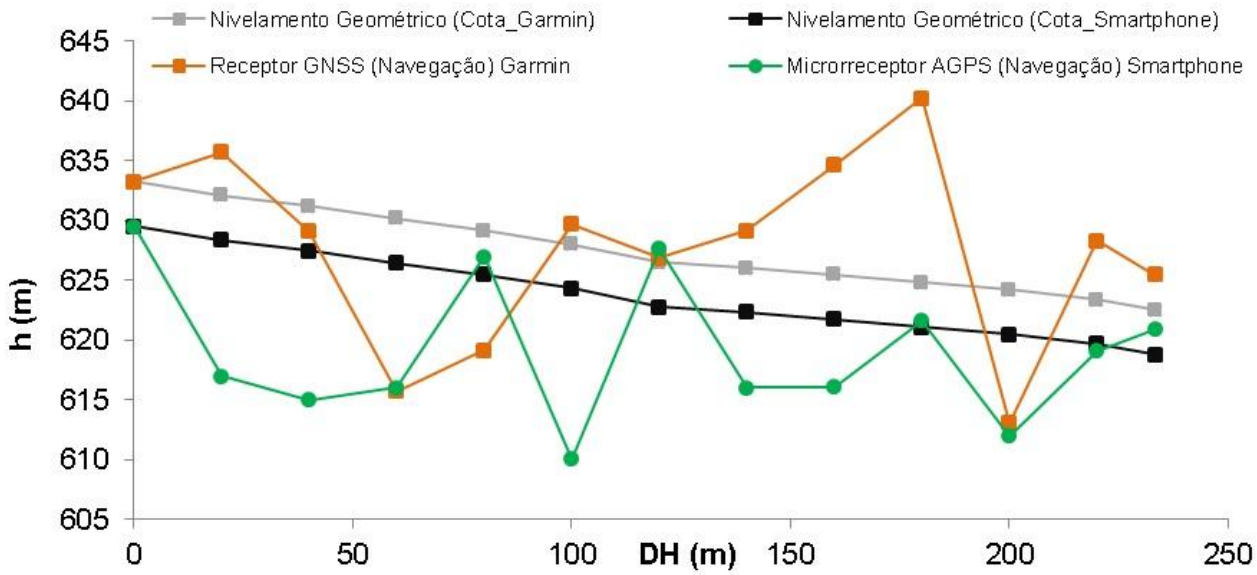

Figura 2. Seção 2 do Nivelamento Geométrico e Levantamento Geodésico. Reginaldo Ribeiro, nº 142 até 318.