

Utilização de aplicativos móveis no ensino da Topografia

Diogo Aristóteles Rodrigues Gonçalves¹
Renata Maria de Almeida e Borges – orientadora.²

RESUMO: A evolução tecnológica desse novo milênio tem se apresentado cada vez mais acelerada, requerendo tomadas de decisões rápidas para a melhoria do ensino e da aprendizagem e as metodologias de ensino também devem acompanhar tal evolução. No ensino da Topografia, os *smartphones* com seus aplicativos têm se mostrado com boa precisão e acurácia, igualando-se aos receptores de sistemas globais de navegação por satélite. Desta forma, a presente revisão busca mostrar o que tem sido mencionado e relatado a respeito dessas novas tecnologias e os aplicativos disponíveis para utilização no ensino da Topografia.

Palavras chave: GNSS, GPS, Android, Smartphone, Tecnologia.

ABSTRACT: Technological developments of this new millennium has presented increasingly accelerated, requiring quick decision taken for the improvement of teaching and learning and teaching methods must also follow this evolution. In the teaching of Topography, smartphones with their applications have been shown with good precision and accuracy, equating to receptors of global satellite navigation systems. Thus, this review seeks to show what has been said and reported about these new technologies and applications available for use in the teaching of Topography.

Keywords: GNSS, GPS, Android, Smartphone, Technology.

1. Introdução

A grande maioria dos levantamentos topográficos aplicada ao meio agrícola é realizada com a finalidade de obtenção de plantas planimétricas e planialtimétricas. Estas plantas consistem de desenhos que representam, de forma plana e

¹ Mestre em “Produção Vegetal – Professor do Curso de Agronomia e Concluinte da Especialização em “Docência Universitária” do Uniaraxá.

² Mestre em Educação – Professora do Curso de Especialização em Docência Universitária do Uniaraxá.

em escala, uma determinada área (AZAMBUJA, 2007). Para a elaboração destes mapas é necessária a utilização de alguns métodos e equipamentos normalmente caros e de uso restrito. Os aparelhos utilizados em levantamentos topográficos variam de acordo com seu nível tecnológico de aplicabilidade, e geralmente os mais utilizados são a estação total, teodolitos e o GPS (TULER, 2014).

Com a evolução dos *smartphones* e o desenvolvimento e aprimoramento dos aplicativos, os *smartphones* têm demonstrado ilimitadas opções de trabalho na área da Topografia. Para tanto, deve-se instruir os discentes quanto à sua utilização correta e adequada, de acordo com a legislação prevista e as normativas que regulamentam a finalidade de acordo com a acurácia de cada equipamento, especificado pela classe e de acordo com o erro fornecido.

Por ser um tema novo, os discentes se mostram carentes de conhecimento específico do assunto, embora, a evolução apresentada pelos sistemas de informação tenha disponibilizado importantes recursos a serem aplicados na disciplina de Topografia. Com isso, foi possível a ampliação de mapeamentos e gerenciamentos de informações georreferenciadas, originando os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sistemas que propiciaram um avanço na produção de artefatos na área de estudos geográficos. Atualmente, devido ao poder de processamento que os celulares possuem, os mesmos estão recebendo maior ênfase para utilização de aplicações SIG móveis, disponibilizando aos usuários várias facilidades. Visualizando o potencial de mercado para os dispositivos móveis, no atual momento, o Google em conjunto com o *Open Handset Alliance* disponibilizou a plataforma Android, que utiliza tecnologia Java combinada com Sistema Operacional Linux. Em consequência, está no mercado uma série de funcionalidades que permite o desenvolvimento de aplicações com segurança e flexibilidade para explorar e combinar os recursos da plataforma com o poderio dos dispositivos móveis atuais (CANALLE, 2011).

Esses aplicativos vêm auxiliar no manuseio e no processamento das informações de forma rápida e ao alcance de todos que possuem um *smartphone*. Neste sentido, este trabalho visa discutir sobre os aplicativos disponíveis para utilização dos *smartphones* no estudo da topografia.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Topografia

As ciências topográficas datam de mais de 1.400 anos a.C. e eram utilizadas inicialmente para a construção civil. Já no cenário brasileiro, estima-se que, por volta dos anos 50 com a criação de planos governamentais para estruturação da agricultura, essas ciências passaram a ser uma importante ferramenta no meio agrícola (VEIGA et al., 2012). Segundo Diniz (2003), entende-se por levantamento topográfico, todo levantamento planimétrico, altimétrico e planialtimétrico realizado em uma superfície topográfica, e serve para avaliar a configuração do

terreno, assim como seus acidentes naturais, além de sua exata localização.

Atualmente, para a concretização de praticamente todas as operações agrícolas, faz-se necessário um levantamento topográfico a fim de realizar cálculos de área, perímetro, cotação de curvas de níveis, locação de lavouras, estradas, galpões, dentre outros (SANTIAGO, 1982).

No geral, a grande maioria dos levantamentos topográficos aplicados ao meio agrícola é realizada com a finalidade de obtenção de plantas planimétricas e planialtimétricas. Essas plantas consistem de desenhos, que representam de forma plana e em escala uma determinada área, possibilitando tomada de decisões.

Na confecção destas plantas ou mapas, alguns métodos e equipamentos utilizados necessitam de conhecimento especializado. Os aparelhos utilizados em levantamentos topográficos geralmente são a estação total, teodolitos e GPS (Sistema de Posicionamento Global).

Os métodos com utilização de GPS, podem ser separados em dois grupos distintos, posicionamento Isolado ou Absoluto (GPS1), os quais necessitam apenas de um receptor capaz de receber ondas do tipo C/A e L1 e de posicionamento relativo ou diferencial (GPS2, GPS3 e GPS4) que recebem ondas do tipo L1 e L2 (INCRA, 2013).

2.2 Recomendações para levantamentos GPS

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), como órgão responsável pela gestão do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), tem como uma de suas atribuições a elaboração de normas e especificações para levantamentos geodésicos. Os avanços tecnológicos dos equipamentos de posicionamento global e a criação de novos sistemas de posicionamento por satélites motivaram a revisão das Recomendações para Levantamentos Relativos Estáticos – GPS, em substituição às antigas Especificações e Normas para levantamentos GPS, elaboradas em 1992 (IBGE, 2008).

O posicionamento com GPS é efetuado a partir da fase de batimento da onda portadora e/ou da pseudodistância. Devido à precisão da medida da fase da onda portadora ser da ordem de milímetros, sua mensuração é indispensável na obtenção de posicionamentos que requeiram melhores precisões. A pseudodistância é mais utilizada em posicionamentos com precisão de ordem métrica. Embora os satélites transmitam todos os sinais continuamente, nem todos os receptores são desenvolvidos para rastreá-los. Os receptores podem ser classificados de acordo com IBGE (2008, p.6) em:

- Navegação – destinado à navegação terrestre, marítima e aérea, bem como a levantamentos com precisão de ordem métrica. Na maioria dos casos, as observações utilizadas são as pseudodistâncias derivadas do código C/A, embora alguns programas permitam extrair as observações de pseudodistância e da fase da onda portadora para posterior processamento;

– Topográfico – podem proporcionar posicionamento preciso quando utilizados em conjunto com um ou mais receptores localizados em estações de referência, mas sua utilização fica restrita a uma área compreendida dentro de um círculo de raio de aproximadamente 10 km, sendo normalmente utilizado na topografia. Estes receptores são capazes de rastrear a fase da onda portadora L1 e o código C/A;

– Geodésico – receptores capazes de rastrear a fase da onda portadora nas duas frequências. Isso possibilita a sua utilização em linhas de base maiores que 10 km, pois é possível modelar a maior parte da refração ionosférica a partir do uso da combinação linear livre da ionosfera (ion free) durante o processamento dos dados. Normalmente estes receptores são utilizados na geodésia.

2.3 Sistema global de navegação por satélite (GNSS)

Denomina-se de GNSS de Navegação, o aparelho capaz de receber e decodificar as ondas C/A emitidas por satélites em órbita na terra e calcular a distância entre o receptor e os satélites, determinando assim o posicionamento de um determinado ponto e sua coordenada em qualquer lugar do mundo sob qualquer velocidade e condição atmosférica (MONICO, 2008).

A precisão obtida por estes aparelhos pode variar de 2 a 60 metros. Por isto, não são indicados para realização de georreferenciamento, uma vez que não alcançam a precisão de 0,5 metros exigidos. Porém, podem ser utilizados em levantamentos cadastrais, como também, possuem aplicabilidade em trabalhos práticos de grande importância para a agronomia (IBGE, 2008).

2.3.1 Sistema Posicionamento Global (GPS)

GPS é um sistema de navegação via satélite, originalmente desenvolvido pelo departamento de Defesa Americano no ano de 1970, durante a Guerra do Golfo. Este sistema oferece ao usuário uma rádio localização que permite a leitura de coordenadas sob qualquer velocidade, em qualquer lugar do mundo e independente das condições climáticas (LAZZAROTTO, 2015).

Para a determinação das coordenadas, segundo Medina (2010) o sistema utiliza como fonte de dados, as linhas do Meridiano de *Greenwich* e o Equador, com as informações destes dois pontos é possível obter a latitude e longitude. A latitude é a distância medida em graus partindo do equador ao longo dos meridianos, variando de 0° a 90° para o norte ou para o sul, sendo positiva para o norte e negativa para o sul.

A longitude também é uma distância medida em graus, que varia de 0° a 180° para o leste ou para o oeste, partindo do meridiano de *Greenwich* através dos paralelos, sendo positiva para o leste e negativa para o oeste. A altitude é calculada

considerando um raio do geóide de 6.378 quilômetros, sendo esta a distância de um ponto vertical até a superfície do geóide (MEDINA, 2010).

Segundo Machado (2010), a terra não é perfeitamente circular como mostra os globos terrestres educativos, mas sim, uma superfície na forma de um geóide, sendo ligeiramente achatada nos polos e com várias deformidades em sua circunferência, o que dificulta a projeção cartográfica dos pontos do geóide em mapas planos.

Para realizar projeções cartográficas da superfície do geóide com maior exatidão foram criados diferentes datum. Maia (1999) exemplifica o datum como um modelo matemático teórico que representa os pontos 3D da superfície da terra de uma determinada região em plantas cartográficas, sendo que o *datum* de um país irá gerar mapas distorcidos em outras regiões.

Existem diversos *datum* para cada elipse, o primeiro que surgiu foi o WGS (*World Geodetic System*) em 1960, seguido por atualizações em 1966, 1972, 1984. Atualmente o sistema GPS utiliza o datum WGS-84, sendo que este tem como referência o centro da terra, e é constituído por um elipsoide global, sendo integradas com dados *doppler*, laser satelitário e interferometria de base muito larga (MACHADO, 2010).

O Sistema Geodésico Brasileiro utiliza como referência o sistema geodésico SRG-67. O SAD (*South American Datum*) foi definido como sistema regional da América do Sul em 1969, sendo definidos pela elipsoide SRG-69, tendo como *datum* planimétrico o vértice de Chuá, localizado no município de Uberaba em Minas Gerais. O *datum* altimétrico coincide com o nível do mar no município de Imbituba em Santa Catarina (MAIA, 1999).

Segundo o NOAA (2001) originalmente o acesso ao sistema de posicionamento global era restrito ao uso militar. Até meados dos anos de 2000 o erro gerado pelo sistema era superior aos 100 metros, que foi inserido propositalmente pelo governo americano a fim de restringir utilização desse sistema. Após a retirada do erro em dois de maio de dois mil, a variação passou a ser milimétrica.

A utilização do sistema GPS baseia-se em três pilares, sendo eles: espacial, controle e usuário. O setor espacial é composto por uma constelação de 24 satélites em 6 orbitas diferentes com 4 satélites por orbita com inclinação de 55°, cada um deles circula a terra 2 vezes por dia e estão posicionados a mais de 20.200 quilômetros de altitude, em uma velocidade aproximada de 11.000 quilômetros por hora (CASTRO et al. 2011).

De acordo com Medina (2010), o setor de controle está situado em Terra, em 5 diferentes estações espalhadas pelo mundo sobre a linha do Equador e é responsável pela correção dos erros através do monitoramento do sistema, determinando o sistema de tempo GPS, prevendo efemérides, calculando correção e atualizando o sistema de cada satélite. O setor usuário é o responsável pela recepção das coordenadas.

Segundo Monico (2008), existem dois modos primordiais para o posicionamento com o GPS, sendo estes o Posicionamento Isolado ou Absoluto (GPS1), o qual necessita apenas de um receptor capaz de receber ondas do tipo

C/A para a leitura das coordenadas com acurácia de até 3m; e o Posicionamento Relativo ou Diferencial (GPS2, GPS3, GPS4), que recebem ondas L1 e L2, permitindo uma maior acurácia através da eliminação de erros baseando-se na correlação espacial entre os pontos de referências e o ponto a se determinar (CASTRO, 2011).

2.3.2 Novas constelações

O sistema GLONASS (*Global'naya Navigatsionnaya Sputnikovaya*) é o sistema de navegação via satélite criado pelo governo Russo como alternativa ao modelo GPS, devido ao fato de que a qualquer momento o governo Americano poderia restringir seu acesso. Este modelo foi criado pela extinta União Soviética no ano de 1976 também com intuito militar (LAGO, 2001).

Segundo Rossbach (2000), o primeiro satélite foi lançado no ano de 1982 e o primeiro teste com 4 satélites foi realizado no ano de 1984. No ano de 1993 a rede já contava com 12 satélites tornando a rede operante porém não com amplitude global. Com o fim da União Soviética e a crise gerada pela mesma o investimento no projeto fora reduzido entrando quase em decadência.

No ano de 2000 o então presidente Vladimir Putin retomou o projeto, desenvolvendo novos satélites que puderam completar a constelação. Somente no ano de 2009 o sistema se concretizou com um total de 24 satélites em orbita possibilitando então um posicionamento global. Atualmente os satélites do sistema GLONASS já se encontram em sua terceira geração (GLONASS, 2012).

Assim como no sistema GPS, o sistema GLONASS baseia-se em três pilares fundamentais, o sistema espacial, o de controle e o usuário. Segundo a literatura, não existe diferença no uso dos sistemas no que se diz respeito a levantamentos que não necessitem de alta acurácia. Este sistema vem sendo utilizado em conjunto com o GPS a fim de obter melhor acurácia em levantamentos topográficos (ZINOVIEV, 2005).

A China tem um sistema regional, *BeiDou* (anteriormente conhecido como *Compass*) cujo objetivo é ter a cobertura global até 2020. A União Europeia e a Agência Espacial Europeia estão desenvolvendo o sistema *Galileo*, com alguns satélites em operação, mas o sistema completo que oferecerá cobertura global estará disponível a partir de 2020, no mínimo. A França também está desenvolvendo um sistema regional, *Doris* (*Doppler Orbitography and Radio-positioning Integrated by Satellite*), e Índia e Japão lançaram projetos semelhantes (BUESNEL, 2015).

2.4 GNSS em *Smartphones*

Smartphone é o aparelho que possui a função de um celular, porém com várias características de um computador de mão, possuem *hardware* e *software* e são capazes de realizar diversas atividades. Atualmente existem milhares de apa-

relhos que oferecem várias diversificações entre seus modelos tais quais: tela touchscreen, câmera embutida, slot de memória interno e externo, podendo contar ainda com sistemas de A-GPS, GPS e sensores térmicos de temperatura e umidade (TECMUNDO, 2015).

O Sistema Android é um *Software* desenvolvidos para aparelhos *Smartphones*, que atrai a atenção dos consumidores, pelo fato de permitir a fácil criação de diferentes aplicativos, o que gera uma vasta gama de possibilidades para a utilização do *Smartphone*. Porém, é necessária que se comprove a aplicabilidade desses aplicativos a campo (GINDRI, 2011).

Atualmente a utilização de GPS de navegação passa a se tornar ultrapassada, devido aos novos aparelhos *Smartphone* que passaram a possuir um GPS embutido em seu sistema, podendo contar com apoio do sistema A-GPS, além de existirem diversos aplicativos GNSS para auxiliar na marcação de coordenadas.

Estes aplicativos disponibilizam ainda a opção de salvar as coordenadas em arquivos GPX ou KML, o que facilita e agiliza o processo de produção de mapas topográficos e levantamentos cadastrais. Porém, o maior valor agregado a estes aplicativos é a possibilidade de mesclar os dados obtidos do sistema GNSS e GLONASS, obtendo assim uma maior acurácia.

Em avaliação da acurácia dos aplicativos GNSS disponíveis para o sistema Android, Borges (2015) comparou-os a um aparelho GNSS de navegação Garmin Etrex 10 para verificar se a utilização dos aplicativos para *smartphone* poderia substituir a utilização dos clássicos receptores GNSS de Navegação. Dentre os diferentes aplicativos utilizados, foi identificado o GPS *Logger* como o que apresentou o resultado mais próximo ao Etrex 10 para área das oliveiras e o C7 GPS Dados apresentou o resultado mais próximo ao Etrex 10 nas áreas do café e do pasto, mostrando assim acurácia equiparável entre os aplicativos de *smartphone* e os aparelhos receptores de onda C/A.

2.4.1 Aplicativos disponíveis para o sistema *Android*

Segundo Réquia (2013), o aplicativo C7 GPS Dados é uma derivação do programa C7 GPS Malhas desenvolvido pela UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), composto basicamente por outros três aplicativos: GPS Malha, MAPAGEO e INTERPAP. O aplicativo foi desenvolvido na linguagem Java utilizando o SDK Android, e utilizando como banco de dados a plataforma SQLite. O programa é capaz de coletar coordenadas ponto a ponto ou em trilhas no formato graus decimais e UTM e armazená-las em um arquivo GeoTXT, além de possibilitar a visualização da posição e intensidade do sinal de cada satélite. É importante ressaltar que este software é gratuito e de licença livre.

O aplicativo *Androits* GPS Test v1.46 *Free*, é um aplicativo gratuito capaz de fornecer diversas informações ao usuário, como por exemplo a localização e intensidade dos sinais dos satélites, diversas opções de formato de coordenadas e diferentes Datum, possibilitando a coleta ponto a ponto (*waypoints*) ou em trilhas

e salva-las nos formatos GPX e KML. Utiliza os sistemas de navegação GPS, GLONASS, *Satellite Compass*, *GoogleMaps*, *OSMDroid*, *OpenStreetMap*, *BingMap*, *Yandex Map*, *Test AGPS*, A-GPS, UTM MGRS, *Maidenhead*, *Xtra data Datum* GPS/KM VMG (*Velocity Made Good*) (BONETTI, 2014).

Descrito como o canivete suíço da navegação, o *GPS Essentials* é um aplicativo GNSS gratuito completo que dispõe de informações sobre posição e intensidade dos sinais dos satélites, *dashboard*, opções de configurações de diferentes formatos e unidades de coordenadas, diferentes *Datum*, além de possibilitar que as coordenadas e das trilhas coletadas sejam salvas em arquivos GPX e KML, contando ainda com a opção de exportar os dados coletados diretamente com o Google Drive, eliminando a utilização de cabos (SCHOLLMEYER, 2015).

O *GPS Logger* é um aplicativo GNSS simples e leve, que utiliza pouca bateria do Smartphone, porém com algumas limitações. Capaz de coletar coordenadas em trilhas ou ponto a ponto no formato graus decimais, excluindo a possibilidade de utilizar diferentes formatos e *Datum*. As coordenadas podem ser salvas nos formatos GPX, KML e ZIP e exportadas para o cartão de memória ou para o *Google Drive* e *DropBox* (GITHUB, 2015).

O Turbo GPS 3 é capaz de coletar e salvar as coordenadas em diferentes formatos e diferentes *Datum*, é um GPS de navegação completo que conta com *DashBoard* de viagem, altímetro, bússola, mapa da constelação de satélites e intensidade do sinal de cada um dos satélites, também é capaz de exportar os dados salvos tanto para o cartão de memória quanto para a Nuvem nos formatos KML/LOC/XML/TXT/GPX (CHOURDAKIS, 2014).

Os aplicativos informados estão disponíveis gratuitamente no *Google Play*[®], presente nos *Smartphones* com sistema operacional *Android* e *Windows*, para o IOS não foi identificado aplicativos GNSS disponíveis.

Além destes, ainda existe uma grande gama de aplicativos que podem auxiliar no estudo da topografia, onde os mesmos podem ser inseridos no momento das aulas práticas com os equipamentos GPS, listando assim novas possibilidades e de fácil acesso para os alunos. Para este artigo, citaram-se apenas os aplicativos mais utilizados até o momento e que possuem sua eficiência analisadas, podendo ser recomendados com segurança para os discentes.

2.5 Utilização de *Smartphones* no Ensino Superior

Os dispositivos móveis e seus aplicativos tornaram-se um fator indispensável em nossas vidas diárias. Uma pesquisa realizada por Bicen & Kocakoyun (2013) mostra que o uso desses equipamentos está aumentando gradualmente e com esse aumento, introduzi-lo na educação seria o mais viável. Porém o estudo mostrou que os aplicativos mais utilizados pelos estudantes não possuem cunho educacional e sim fins de comunicação e redes sociais. Se as oportunidades oferecidas através da nova geração de celulares forem utilizadas com intuito educativo, um ambiente de ensino mais eficaz pode ser criado.

Uma pesquisa realizada por Gikas & Grant (2013) em três universidades dos EUA avaliou qualitativamente os professores que tiveram seus alunos inte-

grados ao uso de *Smartphones* em seus cursos por pelo menos dois semestres. A avaliação dos dados coletados por meio de entrevistas com esse grupo de estudantes mostraram dois temas específicos: (a) vantagens de dispositivos móveis para a aprendizagem dos alunos e (b) as frustrações de aprender com esse equipamento. Os dispositivos móveis de computação e o uso de mídia social criaram oportunidades para a interação, proporcionaram oportunidades para colaboração e os alunos foram autorizados a participar da criação e da comunicação de conteúdo usando as mídias sociais e ferramentas da Web 2.0 com o auxílio de conectividade constante, mostrando um avanço no dinamismo do ensino e uma melhor comunicação entre as partes envolvidas no processo de aprendizagem.

Para Taleb & Sohrabi (2012) o uso mais educativo de celulares por estudantes universitários são o uso de calculadora, de mensagens de texto e de dicionário de Inglês. Ter um celular com capacidades múltiplas, bateria de longa duração e boa cobertura de rede são os fatores mais influentes do uso educacional dos celulares.

Porém, em levantamento realizado por Gikas e Grant (2013), observou que embora os alunos considerem os *Smartphones* úteis, frustrações de aprender com os dispositivos foram evidentes, devido principalmente aos instrutores anti-tecnologia que em muitas das vezes se portam de tal maneira, por não receberem eles mesmo instruções adequadas para lidar com estas mudanças, os discentes ainda mencionaram os desafios com os dispositivos e o fato de terem os dispositivos como uma distração.

Liu, Han & Li (2010) afirmam que os instrutores precisam usar pedagogia e currículo para integrar a tecnologia em aprendizagem. Se o fizerem, vão ajudar os alunos em novas oportunidades de aprendizagem formal e não formal. Em essência, pode-se argumentar que, com a disponibilidade *Smartphones* e as ferramentas de mídia social de colaboração, o aprendizado do aluno continua depois de deixar a sala de aula, pois pode ajudar e interagir com os seus pares e professores.

Considerações finais

O tempo de evolução das tecnologias de informações geográficas está cada vez menor, tornando necessários estudos como este que venham mostrar os novos sistemas que estão disponíveis no mercado e que podem ser utilizados pelos profissionais da área. Porém são necessárias mais pesquisas que venham a analisar a acurácia destes equipamentos em comparação com os tradicionais receptores de onda C/A.

Pelo que vem sendo estudado, a usabilidade dos aplicativos, a tecnologia GNSS em *smartphones* se mostra interessante no ensino da Topografia devido a sua acessibilidade aos estudantes com linguagem simples e de fácil manuseio.

O momento oportuno para abordar a utilização dos aplicativos, seria no tema Sistemas de Navegação por Satélites, uma vez que os docentes teriam maior

facilidade de inserir o assunto. Os discentes usariam seus *Smartphones* como equipamento para aula prática, facilitando, dessa forma, a aprendizagem.

Acreditamos que a utilização desta tecnologia, oportunizará o desenvolvimento de aulas mais interessantes e com maior probabilidade de aprendizagem, já que aliará os recursos tecnológicos com o aprender, voltados para o fazer cotidiano do exercício profissional.

Referências

AZAMBUJA, J. L. F.; MATSUOKA, M. T. Topografia e GPS - Conquistas e desafios. II Seminário Anual de Pesquisas em Geodésia, Anais. Porto Alegre-RS, 2007.

BICEN, H.; KOCAKOYUN, S. The evaluation of the most used mobile devices applications by students. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**. v.89, p.756-760. 2013.

BONETTI, A. **Androits GPS**. Test Pro V 1.46. Global APK, Setembro de 2014.

BORGES, R. B. C. **Comparação entre diferentes aplicativos GNSS para Android e um GNSS de navegação**. 2015. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro Universitário do Planalto de Araxá, Araxá, 30 f. 2015.

BUESNEL, G. Threats to satellite navigation systems. **Network Security**. p. 14-18. mar. 2015.

CANALLE, A.L. **Empregando tecnologia Java, Android e Geoprocessamento em aplicativos móveis**. 2011. Monografia (especialização em tecnologia java). Curitiba. 45 f. 2011

CASTRO, M. C.; PORTÍLIO, A. P.; MADUREIRA, P. R. S.; MOREIRA, P. V. S. Estudo da escala para trabalhos hidro-agricolas obtida a partir de receptores GPS de navegação. **Revista Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, 2011.

CHOURDAKIS, M. **Turbo GPS 3**. TurboIRC.com. Julho de 2014.

DINIZ, A. V. **Topografia Conceitos Básicos**. Faculdade de Engenharia e Arquitetura. 2003.

GINDRI, A. F. **Estudo de injeção de falhas para a máquina virtual do sistema Android**. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 56 f. 2011.

GLONASS. **Federal Space Agency. Information Analytica Centre**. 2012. Disponível em: <<http://www.glonass-ianc.rsa.ru/pls/htmldb/f?p=201:1:18305357346316216989>>. Acesso em 30 de Setembro de 2015.

GIKAS, J.; GRANT, M. M. Mobile computing devices in higher education: Student perspectives on learning with cellphones, smartphones & social media. **Internet and Higher Education**. v.19, p.18-26. 2013.

GITHUB. **GPSLogger for Android**. Disponível em: <<http://code.mendhak.com/gpslogger/>>. Acesso em: 7 de Outubro de 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Recomendações para Levantamentos Relativo Estático - GPS**. 2008. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 nov. 2015.

INCRA. **Manual Técnico de Posicionamento: Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. Ministério do Desenvolvimento Agrário - MDA Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária INCRA. Brasília, 2013.

LAGO, I. F. **Integração GPS e GLONASS Aplicada aos Levantamentos Geodésicos**. Curitiba. Dissertação (Mestrado em Ciências Geodésica) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná. 2001.

LAZZAROTTO, D.R. **GPS - Sistema de posicionamento global**. Disponível em: <<http://www.fatorgis.com.br.htm>> Acesso em: 28 de outubro, 2015.

LIU, Y.; HAN, S.; LI, H. Understanding the factors driving m-learning adoption: A literature review. **Campus-Wide Information Systems**. v. 27, n.4, p.210–226. 2010.

MACHADO, T. M.; MOLIN, J. P.; POVH F. P.; SALVI J. V. Metodologia para avaliação do desempenho de receptor de gps de Uso agrícola em condição cinemática. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.30, n.1, p.121-129, jan./fev. 2010.

MAIA, T.C.B **Estudo e análise de poligonais segundo a NBR 13.133 e o sistema de posicionamento global**. Dissertação (Mestrado em Transporte) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 1999.

MEDINA, A.S. **Métodos de posicionamento GPS**. Apostila de aula (Curso de Pós-graduação em Georreferenciamento de Imóveis Rurais) – Universidade Tuiuti. 2010.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: descrição, fundamentos e aplicações**. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2008, 473p.

NOAA. **Nacional Oceanic and Atmospheric Administration**. ESI Maps, 2001.

PRINA, B.Z.; TRENTIN, R. Geotecnologias: discussões e análises a respeito da evolução dos sistemas global de navegação por satélites – GNSS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, v.19, n.2, p. 1258-1270. 2015.

RÉQUIA, G.H. **Desenvolvimento de aplicativos cr campeiro móbil - caso de teste: sistema operacional android**. Monografia (mestrado em agricultura de precisão). Santa Maria. 70 f. 2013.

ROSSBACH, U. **Positioning and Navigation Using the Russian Satellite System GLONASS**. Tese de Doutorado, Universidade de Munique, Faculdade de Engenharia Civil e Agrimensura. Monique, 2000.

SANTIAGO, A. da C. **Guia do técnico agropecuário**. Topografia e desenho. São Paulo: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1982, 110p.

SCHOLLMAYER, M. **GPS ESSENTIALS Manual**. Disponível em: <<https://sites.google.com/a/mictale.com/home/gpsessentials/download/GPSEssentialsManual.pdf?attredirects=1>> Acesso em: 7 de Outubro de 2015.

TALEB, Z.; SOHRABI, A. Learning on the move: the use of mobile technology to support learning for university students. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**.v.69, p.1102-1109. 2012.

TECMUNDO. **Tecnologia em pedaços**: conheça o primeiro smartphone modular do mundo. Disponível em: <<http://www.tecmundo.com.br/celular/87058-tecnologia-pedacos-conheca-primeiro-smartphone-modular-mundo.htm>> Acesso em: 30 de Setembro de 2015.

TULER, M.; SARAIVA, S. **Fundamento de topografia**. Belo Horizonte-MG: Bookman, 2014.

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

ZINOVIEV, A. E. Using GLONASS in Combined GNSS Receivers: Current Status. **ION GNSS 18° International Technical Meeting of the Satellite Division**, Long Beach, California, 2005.

* **Diogo Aristóteles Rodrigues Gonçalves:**
Currículo: <http://lattes.cnpq.br/9803396816535150>

* **Renata Maria de Almeida e Borges:**
Currículo: <http://lattes.cnpq.br/8856596930920916>