

# REVISTA DE GEOGRAFIA



**PPGEO**

Programa de Pós-Graduação  
em Geografia ufpe

## **PRECISÃO DE GPS DE SMARTPHONES: UMA FERRAMENTA PARA PESQUISAS ACADÊMICAS E TRABALHOS EM CAMPO**

### **SMARTPHONE GPS ACCURACY: A TOOL FOR ACADEMIC RESEARCH AND FIELDWORK**

**John Kennedy Ribeiro de Santana**  
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO/UFPE  
Av. dos Funcionários, s/n, Universidade Federal de Pernambuco,  
CEP: 50740-550, Recife-PE  
E-mail: Santanajohn87@gmail.com

**Paulo Lucas Cândido de Farias**  
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO/UFPE  
Av. dos Funcionários, s/n, Universidade Federal de Pernambuco,  
CEP: 50740-550, Recife-PE  
E-mail: paulolucas0407@gmail.com

**Joaquim Pedro de Santana Xavier**  
Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGEO/UFPE  
Av. dos Funcionários, s/n, Universidade Federal de Pernambuco,  
CEP: 50740-550, Recife-PE  
E-mail: joaquim.xavier@ufpe.br

**Victor Pina Figueiredo**  
Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA/UFPE  
Av. dos Funcionários, s/n, Universidade Federal de Pernambuco,  
CEP: 50740-550, Recife-PE  
E-mail: victorqro@gmail.com

## RESUMO

O Sistema de Posicionamento Global, mais conhecido como GPS, surgiu inicialmente com uma proposta militar, porém, com a abertura para uso civil, se tornou popular e está presente em diversas atividades do nosso cotidiano. Desse modo, o presente trabalho vem com a proposta de avaliar a viabilidade do uso de Smartphones como receptores de sinal GPS frente aos dispositivos especializados em recepção de GPS para atividades técnico-científicas. Para tal, foram utilizados quatro Smartphones de marcas e modelos diferentes, munidos do aplicativo GPS Essentials, e um receptor de GPS padrão da GARMIN. De modo geral, os resultados apontam para uma proximidade nos erros médios entre os Smartphones e o receptor de GPS. Sendo assim, o uso dos Smartphones se mostrou uma boa alternativa para a realização de atividades de pesquisa e localização espacial.

**Palavras-chave:** Sistema de Posicionamento Global, Aplicativos, Receptor de GPS.

## ABSTRACT

The Global Positioning System, better known as GPS, initially came up with a military proposal, but with the opening for civilian use, it became popular and is present in several activities of our daily life. This way, the present work comes with the proposal to evaluate the feasibility of using Smartphones as GPS signal receivers in front of devices specialized in GPS reception for technical-scientific activities. For this, four Smartphones were used of different makes and models, equipped with the application GPS Essentials, and a standard GPS receiver of GARMIN. Overall, the results point to a proximity in the average errors between Smartphones and the GPS receiver. Therefore, the use of Smartphones has proved to be a good alternative for performing research activities and spatial location.

**Keywords:** Global Positioning System, Applications, GPS Receiver.

## 1. Introdução

O GPS (Sistema de Posicionamento Global) é um sistema de rádio navegação baseado em satélites, desenvolvido e controlado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América (U.S. DoD), onde permite que qualquer usuário saiba a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia e em qualquer ponto do globo terrestre (ROSA, 2005). Além do sistema GPS norte-americano, existem outros sistemas de posicionamento por satélites análogos, como o sistema russo GLONASS, o sistema europeu (Galileo) ou chinês (Beidou), alguns destes ainda em fase de desenvolvimento.

O sistema de GPS foi desenvolvido na década de 70, inicialmente para utilização militar em nível de navegação e posicionamento. Sendo posteriormente aberta para utilização civil também para navegação e posicionamento, mas com diversas aplicações, que inclui navegação marítima, segurança pessoal, agricultura de precisão, aviação civil, meio ambiente, planejamento urbano, cartografia social, mapeamentos de precisão, pesquisas em áreas de epidemiologia, além de outras diversas aplicações (COELHO E RIBEIRO, 2006; PRINA E TRENTIN, 2015).

Os fundamentos do GPS se baseiam na determinação da distância entre um ponto (o receptor) e outros pontos de referência (os satélites). Sabendo a distância que separa o receptor dos pontos de referência podemos determinar sua posição relativa aos mesmos. Sabe-se que para uma melhor coleta de dados se faz necessário haver a interação do receptor de sinal GPS com pelo menos três satélites, dessa forma, os dados obtidos terão uma melhor precisão e acurácia (MIRANDA, 2005; ROSA, 2005).

Com a maior aplicação desse sistema, principalmente o fácil acesso pelas plataformas mobile, surgiram aplicativos de smartphones que utilizam dados de localização geográfica, ou até mesmo, simulam a interface dos dispositivos receptores de sinal GPS convencionais e permitindo ao usuário diversas possibilidades de uso envolvendo localização espacial. O sistema de localização dos smartphones funciona de três modos, segundo descrição dos aparelhos no manual de instruções dos fabricantes:

- **Alta precisão:** mescla informações de localização recebidas através de rede de telefonia e/ou internet com informações do receptor GPS do aparelho para determinar a localização;
- **Economia de Bateria:** usa apenas informações de localização da rede de telefonia e ou/ internet para determinar a localização;

- **Somente no dispositivo:** utiliza apenas informações do receptor GPS do aparelho para determinar a localização.

A escolha do modo apropriado é geralmente feita pelo sistema operacional do smartphone. Dependendo da disponibilidade de pontos de acesso à internet ou a rede de telefonia a primeira posição pode ser determinada rapidamente. Maior precisão da informação é reunida quando o GPS é ativado, corrigindo a localização da primeira posição. Para algumas aplicações uma estimativa aproximada é suficiente, outros podem exigir informações mais precisas. O nível exato de precisão só é considerado raramente, embora influencie significativamente na qualidade do serviço prestado (MICHAELLES E WATZDORF, 2010).

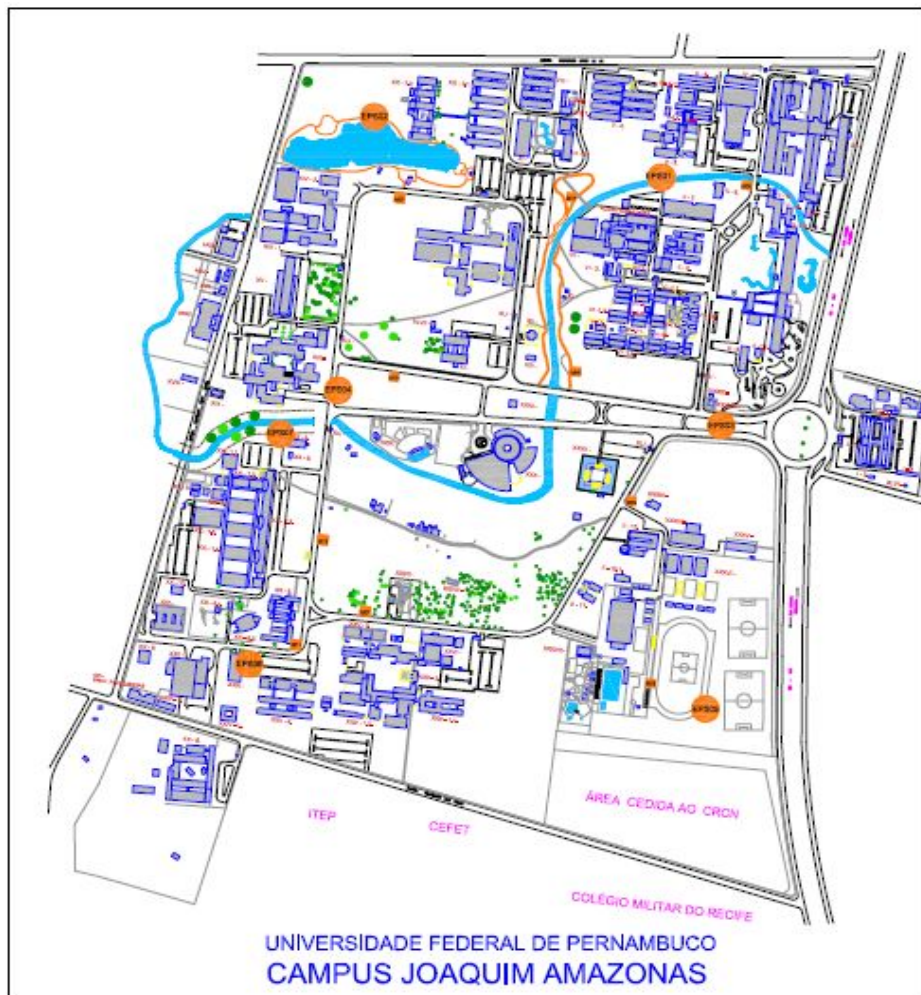
A utilização de localização geográfica por dispositivos Smartphones tem as mais diversas aplicações, sendo mais comum o uso para navegação de trânsito, sistema de informações e nos últimos tempos, é uma das principais ferramentas para oferta de serviços e geomarketing como é o caso dos aplicativos Waze, Uber, CittaMobi e iFood. No entanto, a utilização destes equipamentos para levantamentos de cunho científico, seja acadêmico ou profissional, ainda é um “tabu”, devido ao fato de que a literatura acadêmica pouco explora a respeito deste assunto.

Desta forma, o objetivo dessa pesquisa é analisar a precisão dos dispositivos de localização geográfica nos smartphones, em relação aos aparelhos convencionais de GPS, entendendo assim quais são os principais limites da aplicação desses dispositivos em estudos científicos na geografia e em outras áreas.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1 Local de Desenvolvimento

O campus Recife da UFPE possui marcos geodésicos levantados por Vila Flor (2008). As suas coordenadas foram usadas para calcular o erro de posicionamento (Figura 1).



**Figura 1:** Campus Recife da UFPE, em laranja os marcos geodésicos. Foram utilizados apenas os marcos EPS01, EPS02, EPS03, EPS04, EPS06 e EPS07. **Fonte:** Vila Flor (2008).

A metodologia tem o caráter comparativo, onde foi calculado o erro de posicionamento do receptor GPS GARMIN Etrex Vista H, e de quatro Smartphones modelos: Umi Plus E, Moto G3, Moto G2 e o Xiaomi Redmi 2. Tendo como referencial os marcos geodésicos distribuídos pelo campus Recife da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (VILA FLOR, 2008).

## 2.2 Aplicativo GPS Essentials

Nos Smartphones foi utilizado o aplicativo GPS Essentials versão 4.4.23, disponível no Google Play para sistemas androids, para obtenção das coordenadas. O aplicativo oferece uma interface semelhante à das encontradas nos receptores GPS padrões do

mercado, sendo possível a visualização das coordenadas, a constelação de satélites, a acurácia da coordenada e outras opções. Contudo, o principal motivo pelo qual foi escolhida para a realização da pesquisa foi o fato de que este aplicativo conseguir distinguir de qual modo de localização está vindo as informações, pode assim, ter certeza de que estamos usando apenas informações do receptor GPS do aparelho. Para este trabalho foi utilizado o modo “*somente no dispositivo*”, pois ele é livre de outras informações que não sejam apenas aquelas fornecidas pelo receptor GPS do próprio aparelho. Toda a pesquisa utilizou esse aplicativo para capturar coordenadas UTM nos aparelhos de Smartphones.

### 2.3 Atividades de Campo

Foram coletados em cada aparelho pontos de coordenadas referente aos marcos geodésicos distribuídos no campus Recife da UFPE, resultando em um total de 6 pontos referente aos marcos geodésicos: EPS01, EPS02, EPS03, EPS04, EPS06 e EPS07 (Figura 1) (Tabela 1). Para que houvesse uma comparação justa, as coordenadas foram coletadas com os aparelhos ao mesmo momento para serem submetidos às mesmas condições que poderiam ocasionar erros, como por exemplo, a quantidade de satélites para a triangulação, a interferência das nuvens e entre outros. Este processo foi repetido por dois dias (27/04/2017; 12/05/2017).

**Tabela 1:** Coordenadas em UTM dos marcos geodésicos distribuídos no campus da UFPE, utilizados para o cálculo de erro médio.

Marco	Projeção UTM		Altitude(m)
	E (m)	N (m)	
EPS1	285297,043	9109864,895	2,789
EPS2	284814,681	9109960,583	4,334
EPS3	285384,804	9109430,884	5,201
EPS4	284742,276	9109481,118	4,893
EPS6	284603,506	9109006,560	4,587
EPS7	284650,091	9109407,837	4,587

Fonte: Adaptado de Mendonça *et al.* (2010).

## 2.4 Cálculos dos erros posicionamento e da precisão gráfica

Para cada dia foi calculado o erro de posicionamento dos aparelhos referente a cada marco geodésico (Tabela 1) e posteriormente, com uma média aritmética, foi calculado o erro médio total do dia. Como o objetivo é avaliar de forma comparativa o erro de posicionamento entre um receptor GPS padrão e a recepção dos Smartphones, os erros médios diários dos Smartphones foram somados e chegou-se a um valor em metros, que foi comparado com a média de erro de posicionamento diário do receptor GPS padrão. Para o cálculo de erro de posicionamento, foi utilizado a fórmula da equação 1 conforme Ângulo Filho (2001):

$$\text{Erro de posicionamento} = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad \text{Equação 1.}$$

Onde:  $\Delta x$  = Diferença entre a longitude (E) do marco geodésico e a longitude (E) fornecida pelo receptor;

$\Delta y$  = Diferença entre a latitude (N) do marco geodésico e a latitude (N) fornecida pelo receptor.

No intuito de entender a escala adequada dos mapeamentos realizados com a utilização dos Smartphones, compreendendo assim os limites escalares e os tipos de pesquisas que podem aplicar o uso desses dispositivos, utilizou-se o cálculo da precisão gráfica (Equação 2), que permite encontrar a escala apropriada dos mapeamentos com base no erro de posicionamento dos dispositivos.

$$Em = 0,2 \text{ mm} \times M \quad \text{Equação 2}$$

Onde:  $Em$  = Erro gráfico.

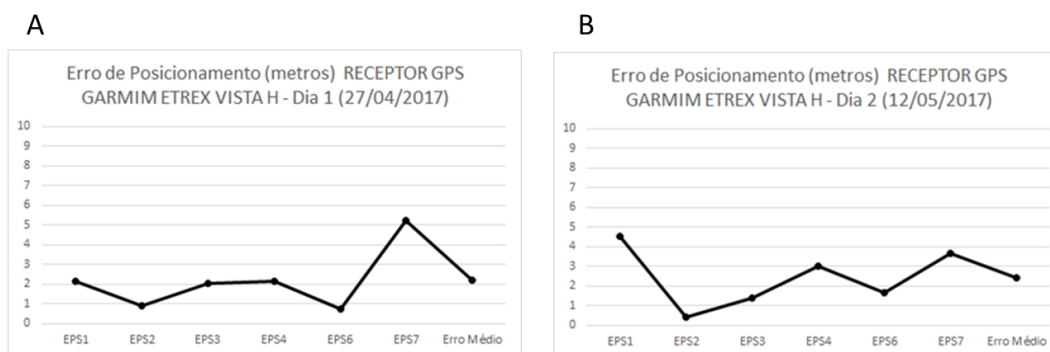
$0,2 \text{ mm}$  = Menor dimensão gráfica percebida pelo olho humano.

$M$  = Denominador da Escala.

## 3. Resultados e discussões

Inicialmente os resultados mostraram que o receptor GPS Garmim teve um melhor desempenho que os Smartphones em geral, apresentando uma média de erro de 2,2 m em relação aos marcos geodésicos. Esse receptor indicou erros médios semelhantes nos dois dias da pesquisa (Figura 2), como também, apresentou uma melhor estabilidade como pode

ser visto pelas curvas dos gráficos (Figura 2), apresentando uma triangulação mais rápida entre os satélites e um maior número deste em disponibilidade que os Smartphones.



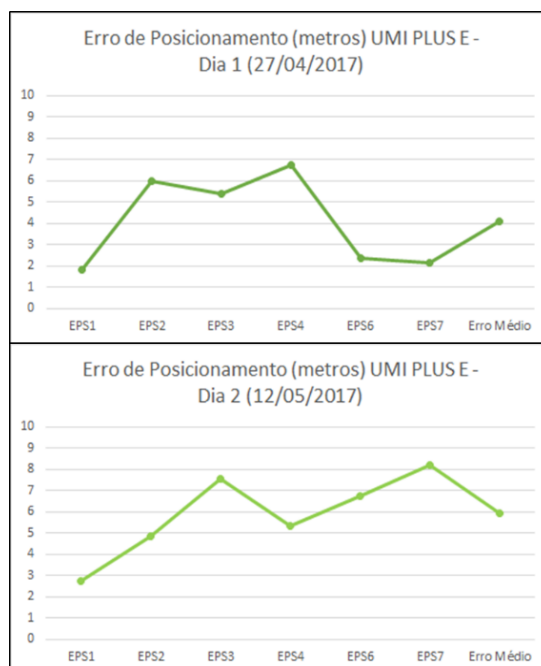
**Figura 2:** a) Erro de posicionamento do receptor de GPS no primeiro dia;  
b) Erro de posicionamento do receptor de GPS no segundo dia.

### 3.1 Comparação dos erros entre Smartphones e o receptor de GPS

Entre os dispositivos de Smartphones, o UMI PLUS E apresentou desempenho irregular em relação aos outros Smartphones, apresentando um erro médio de 4m no primeiro dia e 5,9m no segundo dia e apresentou erros inconstantes das coordenadas indicando uma menor precisão do aplicativo GPS Essentials neste aparelho (Figura 3).

Outro aparelho que também se mostrou inconstante foi o Moto G3, apresentando um erro médio 3,6m no primeiro dia e de 3,8m no segundo dia. Embora o erro desse aparelho foi menor, se comparado com o UMI PLUS E, ele apresentou bastante variação nos erros das coordenadas (Figura 4). Já os Smartphones Moto G2 (Figura 5) e Xiaomi Redmi 2 (Figura 6) mostraram os melhores desempenhos, o primeiro apresentou erros médios de 2,3m no primeiro dia e 2,2m no segundo. Já o segundo indicou erros médios de 2,1m no primeiro de e 2,6m no segundo. Esses dois aparelhos mostraram erros parecido com o dispositivo da GARMIN.

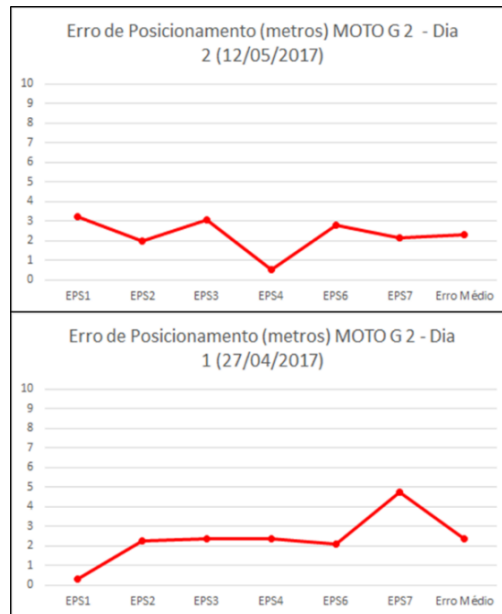




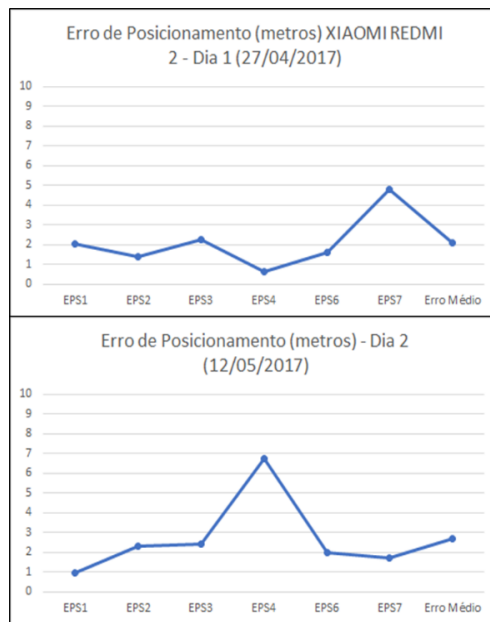
**Figura 3:** Erro de posicionamento do Smartphone UMI PLUS E.



**Figura 4:** Erro de posicionamento do Smartphone Moto G3.



**Figura 5:** Erro de posicionamento do Smartphone Moto G2.



**Figura 6:** Erro de posicionamento do Smartphone Xiaomi Redmi 2.

De maneira geral, em uma média entre todos os Smartphones nos dois dias da pesquisa, foi constatado um erro de 3,3m, mostrando assim um bom desempenho dos aparelhos em geral, apresentando um erro não muito distante dos receptores de GPS padrão, com erro médio de 2,2m. Mas vale ressaltar que o dispositivo de GPS apresentou uma maior quantidade de satélites disponíveis para triangulação o que permitiu uma maior velocidade na extração das coordenadas.

É importante salientar, que embora usando o mesmo aplicativo, GPS Essentials, nem todos os dispositivos de Smartphones apresentaram o mesmo desempenho, o aparelho UMI PLUS E apresentou um erro elevado em comparação com o GARMIM, já Moto G2 e Xiaomi Redmi 2 demonstraram erros gerais semelhantes ao receptor de GPS (2,2m e 2,3m respectivamente), o que mostrou um bom desempenho desses aparelhos na localização espacial dos objetos.

### **3.2 Aplicações do sistema de posicionamento dos Smartphones**

Aplicando a equação de precisão gráfica, mencionada anteriormente, se identificou as escalas cartográficas adequadas para os erros apresentados pelos aparelhos. Primeiramente, o erro médio do receptor de GPS foi de 2,2m, tornando possível a aplicação deste dispositivo em escalas grandes, menores que 1:11.000, ou seja, pesquisas que optarem pelo receptor GPS em mapeamentos com escalas maiores do que a mencionada (ex. 1: 9.000 ou 1: 2.000) teriam uma precisão fora dos padrões cartográficos.

Em relação aos Smartphones, eles apresentaram erro médio geral de 3,3m, levando em consideração todos os aparelhos nos dois dias, a escala adequada para esse erro é de 1:17.000, que pode ser considerada uma escala de detalhe. Desta forma, pesquisa em escalas municipais, regionais ou até mesmo locais, dependendo se a escala for menor que 1:17.000, podem utilizar esses aparelhos dentro dos padrões cartográficos de precisão (ex: 1:25.000). Já o uso desses dispositivos em trabalhos de precisão elevada, como zoneamentos ambientais ou estudos comparativos de alto detalhamento, que necessitem trabalhar com escalas maiores que 1:17.000 (ex. 1:5.000) não apresentaram uma precisão relevante com a realidade, assim, comprometendo os resultados da pesquisa. Deve-se esclarecer que nem todos os Smartphones tiveram o mesmo erro, então alguns dispositivos possibilitam trabalhos em escalas maiores do que a mencionada, como é o caso do Moto G2 que permite a utilização de escalas iguais ao do receptor de GPS utilizado, já que os dois tiveram erros médios próximos. No entanto, se levou em consideração os dispositivos no geral, a fim de ter um padrão no erro e nas escalas adequadas.

## **4. Considerações Finais**

Em virtude dos dados e informações apresentadas neste trabalho, pôde-se observar que é possível a utilização de Smartphones para a realização de algumas atividades de cunho técnico-científicas, todavia é preciso ressaltar que há um limite de precisão e, assim, uma análise quanto à escala que será adotada se faz necessária antes de seu uso efetivo.

A acessibilidade apresentada por esses aparelhos demonstra um grande potencial para baratear custos com pesquisa e até dar celeridade às mesmas. Principalmente em áreas de pesquisa que trabalham com mapeamentos colaborativos, como cartografia social, já que o uso dos smartphones já está bem consolidado na sociedade, tendo alto potencial a produção de dados espaciais com relativa precisão.

É importante mencionar que, é preciso mais estudos para melhor validar essas informações prestadas, visto a grande variedade de Smartphones disponíveis no mercado mundial e às condições técnicas de cada um deles. Nesse sentido, esse trabalho vem propor dados iniciais para a discussão sobre o uso de smartphones para uso técnico-científico, dando base para futuros parâmetros sobre a precisão dos dados e escalas adequadas para o seu uso.

### **Referências Bibliográficas**

ÂNGULO F. R. **Avaliação da Exatidão de Posicionamento Planimétrico de Um Receptor GPS Operando Sob Diferentes Condições de Cobertura Vegetal.** Tese (livre-docente) - Curso de Agronomia, Departamento de Engenharia Rural, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

COELHO, R. S.; RIBEIRO, P. F. **Sistemas de Posicionamento Global.** Universidade Nova de Lisboa, cap. 3, 2005-2006.

MENDONÇA, F. J. B.; GARNÉS, S. J. A.; PEREIRA, C. M.; NETO, J. A. B.; MELO, W. D. A. **Análise Do Ajustamento Por Mínimos Quadrados De Uma Trilateração Topográfica Com Injunções Nos Planos UTM e Topocêntrico.** In: III Simpósio Brasileiro De Ciências Geodésicas E Tecnologias Da Geoinformação, p. 001 - 009, Recife, 2010.

MICHAHELLES, F.; WATZDORF, S.V. Accuracy of positioning data on smartphones. **LocWeb.** p. 1-4, 2010.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos e Sistemas de Informações Geográficas**. Embrapa, 2005, Brasília/DF.

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**, UFSM, v.19, n.2, p. 1258-1270, 2015.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade Federal de Uberlândia, v.16, p.81-90, 2005.

VILA FLOR, C. D. R. **Rede geodésica cadastral do campus Recife da UFPE: Fase I – planejamento e implantação da rede principal**. Trabalho final de graduação, Relatório parcial. Departamento de Engenharia Cartográfica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.