

O USO DO GPS DE NAVEGAÇÃO EM PEQUENAS ÁREAS AGRÍCOLAS

Adailson Sousa Melo

Aluno do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias
Universidade Federal da Paraíba adailsonsoumelo@hotmail.com

Alexandre J. S. Miná

Professor Doutor do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias Universidade Federal da Paraíba E- alexminah.uab@gmail.com

Italo Souza Aquino

Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Agroalimentar Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias Universidade Federal da Paraíba italo.aquino@terra.com.br

Ademir G. Oliveira

Professor MS do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias Universidade Federal da Paraíba ademircchsa@hotmail.com

Victor H. S. Assis

Aluno de Graduação em Ciências Agrárias Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias Universidade Federal da Paraíba hugo_spy@hotmail.com

RESUMO: A topografia tem aplicações em muitas áreas, como por exemplo: na medição e preparo de áreas para o cultivo, no projeto e execução de obras de engenharia, construção de estradas de rodagem, na divisão de terrenos. Este trabalho teve como objetivo estudar e aplicar o GPS de navegação em levantamentos e nivelamentos topográficos em áreas agrícolas, e avaliar o seu desempenho por meio de comparações com equipamentos tradicionais usados em topografia. Foram realizados levantamentos planimétricos de diferentes terrenos de pequena área, com aproximadamente 1 hectare de área, usando o aparelho GPS e um Teodolito Eletrônico. Foram realizados 12 levantamentos planimétricos da mesma área, usando o aparelho de GPS e 4 usando um Teodolito Eletrônico, com a intenção de analisar a precisão do aparelho GPS em duas funções, localizadas em “páginas” diferentes do aparelho, e que são utilizados para medições de áreas. Por fim foi realizado um trabalho de altimetria, tendo como foco verificar a diferença de nível entre a primeira chã e o setor da Suinocultura, do Campus III da UFPB. Os resultados obtidos permitem concluir não ser aconselhável o uso do GPS de navegação em trabalhos planimétricos em pequenas áreas, tampouco em trabalhos de altimetria.

Palavras-chave: Topografia, Equipamento, Desempenho

USE OF GPS NAVIGATION IN SMALL AGRICULTURAL AREAS

ABSTRACT: Topography has applications in many areas, for example, in measuring and preparation of land for cultivation, in the design and execution of engineering works, construction of roads, in the division of land. This work had the objective to studying and applying a navigation GPS on topographic surveying and leveling in agricultural areas, and to compare its performance with the use of traditional equipment used in surveying. Planimetric surveys were carried out in different small land area, with approximately 1 hectare in area, using a GPS device and an Electronic Theodolite. A total of 12 planimetric surveys were conducted in the same area using the GPS device and 4 using the Electronic Theodolite with the intention to examine the accuracy of the GPS unit into two functions, located in different "pages" of the device, which are used for measurements of areas. Finally, an altimetry work has been done, focusing on checking the level difference between two majors sectors of the Campus III of Federal University of Paraíba (UFPB). The results showed that is not advisable to use the GPS of navigation in planimetric work in small areas, neither in altimetry works.

Keywords: Topography, Equipment, Performance

INTRODUÇÃO

A topografia é uma ciência que estuda a geometria aplicada. O estudo da topografia na universidade, por exemplo, tem importante função de estimular a criatividade e a inteligência dos alunos por meio de problemas, cujas soluções exigem a associação da prática com a teoria (BORGES, 1989).

A topografia tem por objetivo o estudo dos instrumentos e métodos utilizados para obter a representação gráfica de uma porção do terreno sobre uma superfície plana (DOUBEK, 1989). Segundo Garcia & Piedade (1989) a topografia pode ser dividida em: Topometria, Topologia, Taqueometria e Fotogrametria. A Topometria estuda os processos de medida e subdivide-se em planimetria e altimetria. A planimetria trabalha com grandezas lineares e angulares em um plano horizontal, enquanto que a altimetria trabalha com as mesmas grandezas em um plano que contém a vertical do lugar, definida pela direção de um fio de prumo. A Topologia tem como objeto de estudo as formas exteriores da superfície terrestre e das leis a que deve obedecer o seu modelado. A Taqueometria permite a medição indireta de distâncias, e a Fotogrametria possibilita avaliações da superfície terrestre por meio de fotografia.

Nos últimos anos a ciência revolucionou a técnica, tornando obsoletos muitos processos e instrumentos. Esses novos equipamentos e processos substituíram os antigos apenas nos trabalhos grandes e complicados (RODRIGUES, 1979). Equipamentos modernos têm se tornado acessível a um público crescente, equipamentos sofisticados, que antes apresentavam preços proibitivos. Na área da topografia as mais recentes novidades são os teodolitos eletrônicos, as estações totais, e principalmente, os aparelhos de GPS (Sistema de Posicionamento Global) para automóveis.

O Sistema de Posicionamento Global – *Global Positioning Systems* (GPS) foi projetado pelo Departamento de Defesa Americano e desenvolvido pelo *Massachusetts Institute of Technology* para uso militar dos Estados Unidos. O GPS é um sistema de geoposicionamento por satélites artificiais que é baseado na transmissão e recepção de ondas de radiofrequência captadas por receptores GPS, obtendo-se posicionamento aqui na Terra (ROCHA, 2004). Entre os vários tipos de GPS, destaca-se o GPS de navegação, que apesar de não apresentar alta precisão, possui a vantagem de preço acessível, além de ser fácil de operar, podendo ser usado em trabalhos topográficos simples.

Quanto mais precisos, mais trabalhosos são os trabalhos topográficos. Em topografia, não se deve buscar a precisão máxima, mas a precisão mínima aceitável para o fim a que o trabalho se destina. É importante selecionar, instrumentos e processos para se chegar ao fim desejado com o mínimo de trabalho e despesas (RODRIGUES, 1979).

Este trabalho teve como objetivo estudar e aplicar o GPS de navegação em levantamentos e nivelamentos topográficos em áreas agrícolas e avaliar o seu desempenho por meio de comparações com equipamentos tradicionais usados em topografia.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no setor de Agricultura do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), localizada na cidade de Bananeiras, pela equipe do Laboratório de Topografia Agrícola (LTA).

Método comparativo entre o GPS e o Teodolito Eletrônico

Primeiro foram escolhidas 12 áreas a serem medidas, terrenos com relevo pouco acidentado e com área de até 1 hectare, aproximadamente. Em seguida, determinou-se os dias e os horários para o início das atividades. No dia 26 de novembro de 2008, pela manhã, foram iniciados os testes comparativos com dois equipamentos um GPS de navegação e um teodolito eletrônico. O teodolito usado foi um Teodolito Eletrônico da marca FOIF[®] – Série DT200. O aparelho GPS de navegação usado foi da marca Garmim[®], modelo GPSmap 60 CSx.

O procedimento geral usado foi o de realizar o mesmo tipo de trabalho topográfico, usando os dois equipamentos, primeiramente o Teodolito Eletrônico e posteriormente o aparelho GPS de navegação. Para cada terreno estudado, inicialmente, foram realizados levantamentos planimétricos, usando-se o método de irradiação (GARCIA e PIEDADE, 1989) para determinação do perímetro e da área dos terrenos. As distâncias maiores foram determinadas indiretamente, por meio do processo de Taqueometria, usando-se o teodolito e uma estadia (GARCIA & PIEDADE, 1989); as distâncias menores, por outro lado, foram determinadas diretamente, usando-se um diastímetro (trena).

Para a medição de cada uma das 12 áreas com o aparelho GPS foi usado o seguinte procedimento. Ligou-se o aparelho, e escolheu-se a página que mostra os satélites. Depois o aparelho GPS foi colocado em um ponto central (polo) e esperou-se chegar à melhor precisão, marcou-se o ponto e anotou-se a precisão mostrada na página de satélites. Depois fez-se o mesmo para a baliza inicial, localizada no vértice zero do terreno a ser medido.

Em seguida contornou-se a área, passando-se por todos os vértices, em sequência, até se chegar novamente no vértice inicial. Depois de todo o terreno ser contornado, gravou-se o trajeto no aparelho. Esse método possibilita adquirir o desenho e os dados de área e perímetro do terreno medido.

Durante a realização destes testes, com o equipamento de GPS, observou-se que ao se contornar a área havia, naturalmente, devido às irregularidades do terreno, desvios do percurso, o que poderia alterar os resultados obtidos. Para verificar essa possibilidade resolveu-se realizar outro procedimento de medição com o GPS, em uma segunda etapa do trabalho.

Precisões das páginas do GPS utilizadas em medições de área e perímetros

Nessa segunda etapa foram realizadas 12 medições com o GPS e 4 medições com o teodolito eletrônico na mesma área, com a intenção de analisar a precisão do aparelho GPS em duas

funções, localizadas em “páginas” diferentes do aparelho, e que são utilizados para medições de áreas: a página de Cálculo de Área e página de Trajetos.

Para uso da página de Cálculo de Área, ligou-se o aparelho de navegação deixando-o chegar as melhores precisões que ficam entre 2 e 8 m. Posteriormente zerou-se o aparelho na página de Odômetro de viagem, feito esse procedimento coloca-se o aparelho GPS no vértice inicial, anotando-se o horário inicial e a precisão, escolhe-se a página de Cálculo de Área e aperta-se o botão de comando *Enter*. Nesse método, usado nas 12 áreas estudadas, apenas inicia-se no vértice inicial contornando-se todo o terreno, até chegar ao vértice inicial novamente. Ao final, também, se anota o horário final e a precisão, e determinam-se os valores do perímetro e da área.

O levantamento, usando-se a página de Trajeto, é feito da seguinte maneira: “zera-se” o aparelho na página de Odômetro de viagem, anotando-se o horário inicial e precisão, posicionou-se em cima do vértice inicial, apertando o botão *Enter* com opções *On* para que se recebam os dados dos satélites, deixando passar alguns segundos (entre 3 a 6 segundos); depois aperta-se o botão *Enter* na função *Off*, terminando-se o procedimento para o vértice inicial. Esse procedimento foi repetido para todos os vértices, em sequência, da área medida. Por meio desse procedimento foi possível determinar, também, o perímetro e a área, do terreno estudado. Ao final foram feitos 4 levantamentos da mesma área, com o teodolito eletrônico, para existir comparativo, levando em consideração o levantamento com o teodolito eletrônico o correto.

O uso do GPS de navegação em trabalhos de altimetria

Finalizando-se os testes foi realizado um trabalho de Altimetria, tendo como foco verificar a diferença de nível entre a primeira chã e o setor da Suinocultura, do Campus III da UFPB. Com o Teodolito foram realizados um nivelamento geométrico e um contra-nivelamento geométrico (GARCIA e PIEDADE, 1989).

Para o nivelamento com o GPS foi marcado um ponto Inicial e outro Final, na primeira Chã e setor de suinocultura, respectivamente. Esse procedimento foi repetido 4 vezes. O nivelamento com o teodolito foi tomado como o mais próximo do real.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizados (DIC), os dados com o Teodolito Eletrônico foram manipulados em software gratuitos, após submetidos a análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Método comparativo entre o GPS e o Teodolito Eletrônico

Na primeira etapa deste trabalho buscou-se comparar um aparelho GPS de navegação e um Teodolito Eletrônico, em levantamentos planimétricos dos mesmos terrenos, determinando-se em cada caso o perímetro e a área de cada terreno estudado. Os resultados da primeira etapa podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Perímetro e área de terrenos, determinados a partir de medições feitas com GPS de navegação e teodolito eletrônico

TERRENOS	GPS		TEODOLITO ELETRÔNICO	
	Perímetro (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Área (m ²)
Terreno 1	389	8.631,90	373	8.271,00
Terreno 2	230	2.923,80	219	2.898,75
Terreno 3	194	2.212,00	190,5	2.195,00
Terreno 4	515	9.011,30	506,5	8.930,00
Terreno 5	340	5.380,10	336	5.355,50
Terreno 6	315	5.451,40	310	5.234,75
Terreno 7	188	1.495,50	189	1.733,10
Terreno 8	476	12.363,00	472	11.864,00
Terreno 9	507	14.912,00	500	14.296,00
Terreno 10	528	11.274,00	512	10.562,00
Terreno 11	357	4.748,90	357,5	4.749,87
Terreno 12	571	13.275,00	560,5	13.071,50

Para análise estatística dos dados foi usado o Teste t para duas médias – em pares; bi-caudal; com nível de significância (alfa) = 0,05, adotando-se como Hipótese (H0): As médias das medições, obtidas com os dois equipamentos são iguais (MAGALHÃES e PEDROSO DE LIMA, 2002).

Por meio da análise estatística aplicada aos dados de Perímetro, os seguintes resultados foram obtidos: T observado = 4,32 e T crítico = 2,20. Como T observado é maior que T crítico, então rejeita-se a hipótese H0, de que as médias são estatisticamente iguais. Dessa forma pode-se dizer que os dois equipamentos tiveram desempenhos estatisticamente diferentes.

Por meio da análise estatística aplicada aos dados de Área os seguintes resultados foram obtidos: T observado = 2,55 e T crítico = 2,20. Como T observado é maior que T crítico, então

rejeita-se a hipótese H0, de que as médias são estatisticamente iguais. Dessa forma pode-se dizer que os dois equipamentos tiveram desempenhos estatisticamente diferentes.

Precisão das páginas utilizadas nas medições de áreas e perímetros do GPS de navegação

Na segunda etapa verificou-se a precisão do aparelho GPS em duas páginas que são utilizados para medições de áreas e perímetros: a página de Cálculo de Área e página de Trajetos. A Tabela 2 mostra os resultados obtidos em 12 testes, realizados em uma mesma área, usando-se as duas funções anteriormente mencionadas.

Tabela 2. Perímetro e área de um mesmo terreno, determinados a partir de medições feitas com o GPS de navegação, usando duas funções diferentes: a página de cálculo de área e a página de trajetos.

TESTES	GPS			
	Página - CÁLCULO DE ÁREA		Página - TRAJETO	
	Perímetro (m)	Área (m ²)	Perímetro (m)	Área (m ²)
Teste 1	550	12.278	551	12.137
Teste 2	550	12.209	553	12.508
Teste 3	546	11.861	553	12.305
Teste 4	539	12.022	552	12.304
Teste 5	532	12.085	552	12.319
Teste 6	535	11.997	551	12.352
Teste 7	545	12.093	550	12.399
Teste 8	545	11.970	552	12.465
Teste 9	541	11.739	550	12.298
Teste 10	544	11.945	551	12.293
Teste 11	547	12.140	548	12.275
Teste 12	545	12.205	553	12.641

Para os valores de Perímetro o valor médio foi de 543,3m para a página de Cálculo de Área e de 551,3m para a página de trajetos. O Coeficiente de Variação (CV) foi de 1% para a página de Cálculo de Área e de 0,3% para a página de trajetos. Estes resultados mostram uma baixíssima variabilidade dos dados o que é muito bom. A diferença entre as médias dos Perímetros foi de 8m.

Por meio da análise estatística aplicada aos dados de Perímetro os seguintes resultados foram obtidos: T observado = - 4,83 e T crítico = 2,20. Como T observado (em módulo) é maior que T crítico, então rejeita-se a hipótese H0, de que as médias são estatisticamente iguais. Dessa forma pode-se dizer que as duas funções do equipamento tiveram desempenhos estatisticamente diferentes.

Para os valores de Área o valor médio foi de 12.045,30m² para a página de Cálculo de Área e de 12.358,00m² para a página

de trajetos. O Coeficiente de Variação (CV) foi de 1,3% para a página de Cálculo de Área e de 1,1% para a página de trajetos. Estes resultados mostram uma baixíssima variabilidade dos dados o que é muito bom. A diferença entre as médias das Áreas foi de 312,7m².

Por meio da análise estatística aplicada aos dados de Área os seguintes resultados foram obtidos: T observado = - 5,87 e T crítico = 2,20. Como T observado (em módulo) é maior que T crítico, então rejeita-se a hipótese H0, de que as médias são estatisticamente iguais. Dessa forma pode-se dizer que as duas funções do equipamento tiveram desempenhos estatisticamente diferentes.

O uso do GPS de navegação em trabalhos de altimetria

A última etapa desse trabalho teve como foco verificar o uso do GPS de navegação em trabalhos de altimetria. Para isso foi realizado um nivelamento geométrico (e posteriormente um contra-nivelamento) para determinação da diferença de nível entre a primeira e a segunda chã do Campus III da UFPB. Esses resultados podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Diferença de nível obtida com o teodolito óptico

Diferença de Nível (DN) – TEODOLITO ÓPTICO	
NIVELAMENTO	93,735 m
CONTRA – NIVELAMENTO	93,296 m

Os resultados obtidos mostram uma diferença de aproximadamente 0,44 m entre as duas medições e um valor médio de, aproximadamente, 93,5m.

Depois a mesma diferença de nível (entre a primeira chã e o setor de suinocultura do Campus III da UFPB) foi determinada, usando-se o aparelho GPS de navegação, repetindo-se esse procedimento por 4 vezes. Esses resultados podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4. Diferença de nível obtida com o GPS de navegação

Diferença de Nível (DN) – GPS de navegação	
Teste 1	132 m
Teste 2	86 m
Teste 3	95 m
Teste 4	93 m

A diferença entre o maior valor obtido foi 132m, enquanto o menor valor obtido foi de 86m. A média das 4 medições é igual a 101,5m. A quantidade de testes não permite uma análise estatística, mas pode-se notar a grande variabilidade dos dados, observando-se uma diferença de 46m entre o maior e o menor valor obtido. Apesar de se observar que no Teste 4 a diferença de nível obtida foi praticamente igual a diferença de nível média, obtida com o teodolito, provavelmente esse resultado foi apenas uma coincidência.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos, conclui-se que:

1. Para trabalhos topográficos de planimetria em terrenos de pequenas áreas, em torno de 1 hectare, não é aconselhável o uso do GPS de navegação. Pode-se usar o mesmo apenas como estimativa para determinação do perímetro e da área.
2. Nessas estimativas, é preferível usar a função de determinação de área e de perímetro, contidas na página de trajetos, pois reduz

a possibilidade de desvios ocasionados durante o percurso de contorno do terreno estudado.

3. Para trabalhos topográficos de altimetria, os poucos resultados obtidos parecem indicar não ser aconselhável o uso do GPS de navegação.

AGRADECIMENTOS

A equipe do Laboratório de Topografia Agrícola (Victor Hugo, Jacob Neto), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, A. C. **Exercícios de Topografia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1989, 192p.

Doubeck, A. **Topografia**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1989, 205p.

GARCIA, G. J.; PIEDADE, G. C. R. **Topografia aplicada às ciências agrárias**. 5ª ed. São Paulo: Nobel, 1989, 256p.

GARMIN. **Manual do proprietário, GPSmap 60CSx**. Disponível em: <http://www.marcelomelo.com/downloads/manuais/Manual_GPS_MAP60CSX_Portugues.pdf>. Acesso em: 21/01/10.

MAGALHÃES, M. N.; PEDROSO DE LIMA, A. C. **Noções de Probabilidade e Estatística**. São Paulo: EDUSP, 2002, 392p.

ROCHA, C. H. B. Uso eficiente do GPS de Navegação no Cadastro de Feições Lineares. In COBRAC 2004 - **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário** - UFSC Florianópolis, 10 a 14 de Outubro de 2004.

RODRIGUES, J. C. **Topografia**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1979, 115p.

Recebida em 12/03/2011

Aceito em 12/11/2011