

## DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMA PARA SOLUÇÃO DE LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO PLANIMÉTRICO PELO MÉTODO DE CAMINHAMENTO

**Jardel Costa<sup>1</sup>, Luciano Roncete Pimenta<sup>2</sup>, Valéria Hollunder Klippel<sup>3</sup>, Alexandre Cândido Xavier<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural/ Alto Universitário, s/nº - Cx Postal 16, Guararema - 29500-000 Alegre - ES, Jardel\_costa2004@hotmail.com

<sup>2</sup> Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural/ Alto Universitário, s/nº - Cx Postal 16, Guararema - 29500-000 Alegre - ES, luciano.r.pimenta@hotmail.com

<sup>3</sup> Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural/ Alto Universitário, s/nº - Cx Postal 16, Guararema - 29500-000 Alegre - ES, valeria.h.klippel@hotmail.com

<sup>4</sup> Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo / Departamento de Engenharia Rural/ Alto Universitário, s/nº - Cx Postal 16, Guararema - 29500-000 Alegre – ES, xavier@cca.ufes.br

**Resumo-** Uma das áreas de fundamental importância para as Ciências Agrárias é a topografia, seu objetivo é representar, no papel a configuração de uma porção de terreno. Os cálculos para se obterem as coordenadas dos pontos de interesse são laboriosos sendo que para agilizar este trabalho são utilizados softwares topográficos. O problema é que estes softwares são de custo elevado, portanto, de difícil aquisição para as universidades. Este artigo tem como objetivo, o desenvolvimento de um programa para solução de levantamento planimétrico por caminhamento. O programa aceita diferentes métodos de medidas de ângulos (e.g. ângulos horizontais internos e externos) e de distância horizontal, seja por estadimetria ou com o auxílio de medidor eletrônico de distância. Ele executa os cálculos através de programação Matlab com precisão e confiança, bastando apenas entrar com os dados de levantamento de campo em planilhas do Microsoft Excel, salvar o arquivo e executar o programa. Ele analisa os dados, executa os cálculos automaticamente e mostra os resultados.

**Palavras-chave:** topografia, planimetria, levantamento por caminhamento, estadimetria.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

A Topografia é a ciência aplicada cujo objetivo é representar, no papel, a configuração de uma porção de terreno. Ela permite a representação, em planta, dos limites de uma propriedade e dos detalhes que estão em seu interior como, por exemplo: cercas, construções, campos cultivados, benfeitorias em geral, córregos, vales e espigões (BORGES, 1977).

Atualmente os softwares utilizados para realizar os cálculos de levantamentos topográficos são de custos elevados, logo, as universidades têm dificuldades em adquiri-los. Por outro lado, estes programas são essenciais para que os alunos, possam conhecer uma ferramenta para solução rápida de problemas em topografia, por este motivo, torna-se importante para a Universidade desenvolver o seu próprio software de maneira que possa ser utilizado pelos seus alunos.

Este estudo teve como objetivo desenvolver um programa para solução de levantamento planimétrico por caminhamento. O programa deverá aceitar diferentes métodos de medidas de

ângulos (e.g. ângulos horizontais internos e de deflexão) e de distância horizontal, seja por estadimetria ou com o auxílio de medidor eletrônico de distância.

### Material e Métodos

Os dados de entrada do programa foram obtidos nas aulas práticas de campo realizadas na disciplina de GEOMÁTICA I, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo. Os equipamentos utilizados foram teodolitos e estação total com os respectivos acessórios (e.g. mira, prisma, estaca, etc.). Dentre os dados medidos em campo, tem-se: os ângulos horizontais e verticais, altura do instrumento em cada estação e leituras na mira (retículos superior, médio e inferior).

A seqüência e as equações implementadas no programa para o levantamento por caminhamento é apresentado abaixo (ERBA et. al., 2005; WOLF e CHILANI, 2006).

As O primeiro procedimento realizado foi a verificação do erro angular de fechamento (e.a.f) que é dado por:

e.a.f. =  $|\sum \text{ângulos internos} - (n-2)180^\circ|$ , se ângulo horizontal interno.

e.a.f. =  $|\sum \text{ângulos externos} - (n-2)180^\circ|$ , se ângulo horizontal externo.

em que n é o número de vértices.

O e.a.f foi comparado com uma tolerância que é dada pela NBR 13.133/1994 de acordo com a classe (ABNT, 1994). Foi aceitável, portanto, foi feita a compensação nos ângulos horizontais (C), aplicando o método das correções sucessivas:

$$C = \frac{e.a.f.}{n}$$

em que n é o número de vértices.

O próximo passo foi o cálculo dos azimutes dado por:

$$Az_p = Az_{p-1} - Ai_p + 180^\circ, \text{ se sentido horário e,}$$

$$Az_p = Az_{p-1} + Ai_p - 180^\circ, \text{ se sentido anti-horário.}$$

em que: p é o número do vértices da poligonal principal.

Para o calculo das coordenadas parciais de cada vértice (Xp, Yp) tem-se:

$$Xp_i = DH_i \times \text{sen } AZ_i \text{ e } Yp_i = DH_i \times \text{cos } AZ_i$$

Em que i é o índice do vértice.

Segue-se para o calculo do erro linear de fechamento (e.l.f) dado por:

$$e.l.f. = (e_x^2 + e_y^2)^{1/2}$$

$$\text{em que: } e_x = \sum Xp \text{ e } e_y = \sum Yp.$$

Comparando o e.l.f. com a sua tolerância prescrita na NBR 13.133/1994. Constatou-se que é tolerado, com isso, foi calculada a precisão relativa (Pr):

$$Pr = \frac{e.l.f.}{P}$$

em que: P = perímetro da poligonal.

Em seguida foi realizada a compensação nos alinhamento com a finalidade do e.l.f. ser igualado a zero. A compensação realizada em cada coordenada parcial (Cx e Cy) foi proporcional às coordenadas parciais, dada por:

$$Cx_i = \frac{-e_x}{\sum |Xp_i|} \times |Xp_i| \text{ e } Cy_i = \frac{-e_y}{\sum |Yp_i|} \times |Yp_i|$$

Para o calculo das coordenadas totais dos pontos (Xt ; Yt) tem-se,

$$Xt_i = X_{i-1} + Xp_i + Cx_i \text{ e } Yt_i = Y_{i-1} + Yp_i + Cy_i$$

## Resultados

Na figura 01 apresenta-se a planilha do Microsoft Excel onde o usuário deverá optar pelo método de irradiação usado em campo (1 para caminhamento no sentido horário ou 2 para caminhamento no sentido anti-horário).

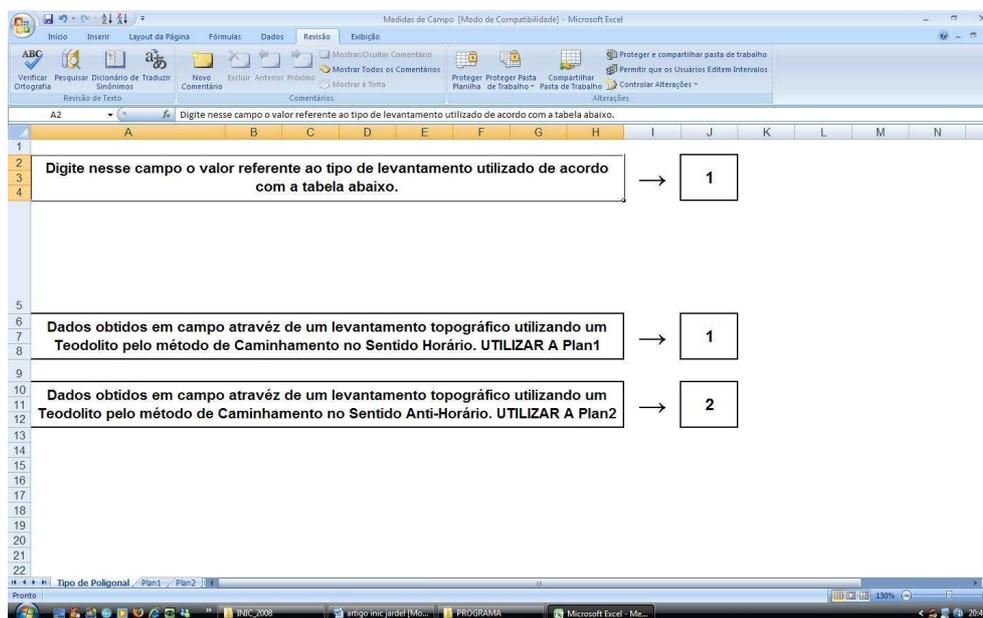


Figura 01. Planilha do Microsoft Excel onde foi informado o número correspondente ao tipo de levantamento. Nesse exemplo foi caminhamento no sentido horário, portanto, foi atribuído o valor 1.

Na figura 02 observamos a planilha do Microsoft Excel onde o usuário irá introduzir os dados obtidos em campo.

Dados obtidos em campo através de um levantamento topográfico utilizando um Teodolito pelo método de Caminhamento no Sentido Horário.											
Azimute inicial 1-2			Ângulo Horizontal Externo			Retículos (m)			Ângulo Vertical (Graus)		
Estação	Altura do Instrumento	Ponto Visado	Grau	Minuto	Segundo	Superior	Médio	Inferior	Grau	Minuto	Segundo
1	1,600	5-2	245	59	0	1,060	1,000	0,950	101	15	0
2	1,665	1-3	248	15	20	1,140	1,000	0,860	91	46	0
3	1,650	2-4	239	5	0	1,340	1,000	0,660	86	34	20
4	1,650	3-5	320	3	0	1,170	1,000	0,830	92	12	0
5	1,665	4-1	208	30	30	1,250	1,000	0,750	93	13	40

Figura 02. Planilhas do Microsoft Excel onde foram digitados os dados levantados em campo utilizando um teodolito pelo método de caminhamento no sentido horário.

A figura 03 apresenta a linguagem de programação Matlab, construída de acordo com as fórmulas citadas na metodologia.

```

1 % Cálculo de coordenadas por caminhamento utilizando teodolito
2 clear all; close all;
3 [Dados] = xlsread('C:\Documents and Settings\Administrador\Desktop\FIBIC 2007-2008 LUCIANO\PROGRAMA\Medidas de Campo.xls','Tipo de Poligonal');
4 tipopoligonal=Dados(1,1);
5
6 % se tipopoligonal==3 é para caminhamento no sentido Horário
7 % se tipopoligonal==4 é para caminhamento no sentido Anti-Horário
8
9 if tipopoligonal==3;
10 [Dados nome] = xlsread...
11 ('C:\Documents and Settings\Administrador\Desktop\FIBIC 2007-2008 LUCIANO\PROGRAMA\Medidas de Campo.xls','Plan3');
12 [dimen]=size(Dados);
13 dadopuro=Dados(7:dimen(1),1:);
14 Hexterno=dadopuro(:,4)+dadopuro(:,5)/60.+dadopuro(:,6)/3600;
15 Hinterno=[360.-Hexterno]';
16 n=size(Hinterno);
17 En=(a(1,1)-2)*180+sum(Hinterno(:,1));
18 CEx=(En/a(1));
19 Hinternoocorrigido=Hinterno(:,1)+CEx;
20 dim=size(dadopuro);
21 Aninicial=(Dados(4,1)+(Dados(4,5)/60)+(Dados(4,6)/3600));
22 for i=1:n(1)
23     if i==1
24         An(i)=Aninicial;
25     elseif An(i-1)+180-Hinternoocorrigido(i)>360
26         An(i)=An(i-1)+180-Hinternoocorrigido(i)-360;
27     elseif An(i-1)+180-Hinternoocorrigido(i)<0
28         An(i)=An(i-1)+180-Hinternoocorrigido(i)+360;
29     else
30         An(i)=An(i-1)+180-Hinternoocorrigido(i);
31     end
32 end
33 An=An(:);
34 An=[An(:,1).*pi./180];
35 [An(SD)=(dadopuro(:,7))-(dadopuro(:,9))].*...
36 (sin((dadopuro(:,10)+dadopuro(:,11)/60+dadopuro(:,12)/3600).*pi./180).^2)...]
37 dadopuro(:,8)-dadopuro(:,2);
38 cos=cos(Dados(3,4));
39 for i=1:n(1)

```

Figura 03. Exemplo de programação digitada em Matlab para cálculo de dados levantados em campo utilizando um teodolito pelo método de caminhamento no sentido horário.

A partir dos dados digitados na planilha do Microsoft Excel (Figura 02) e de acordo com os levantamentos realizados o executa os cálculos das coordenadas (X; Y) dos pontos, área da

poligonal, cotas dos pontos e faz o gráfico de coordenadas que representa os pontos em estudo, como mostra a Figura 04.

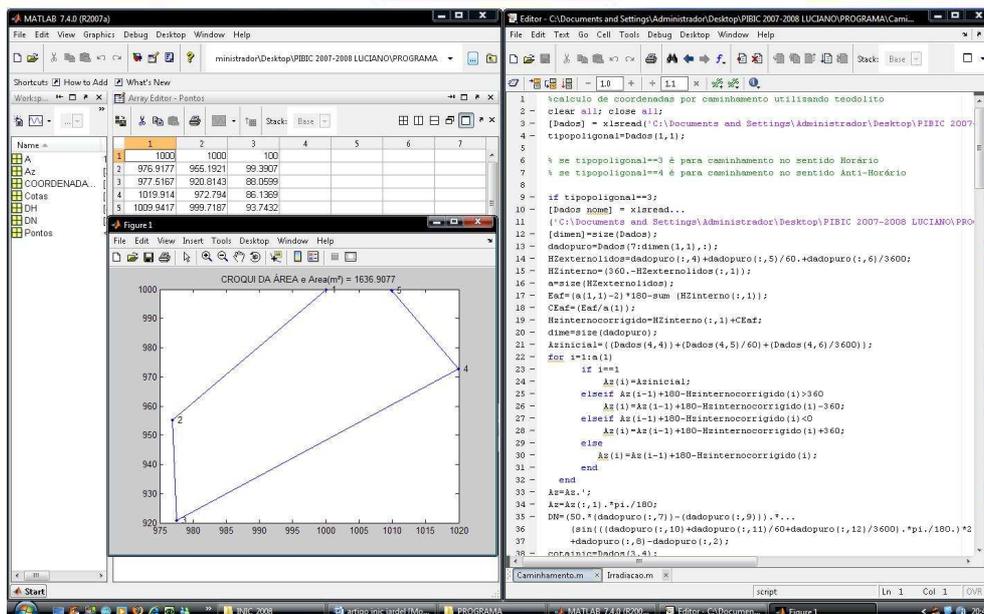


Figura 04. Exemplo de resultado dos cálculos executados pelo programa criado utilizando os dados levantados em campo pelo método de caminhamento no sentido horário.

## Discussão

O usuário entra com os dados obtidos em campo em uma das planilhas pré-estabelecida no Microsoft Excel, informando qual tipo de levantamento: 1 para caminhamento no sentido horário ou 2 para caminhamento no sentido anti-horário, como é mostrado na Figura 01.

De acordo com o tipo de levantamento tem-se uma planilha específica (Figura 02), onde serão digitado os dados levantados em campo (pontos visados, ângulos, medidas na mira, etc.). É necessário que salve o arquivo sem mudar o nome do mesmo, bem como seu local de origem.

Os comandos inseridos no programa são todos coerentes com as fórmulas citadas na metodologia, porém, em linguagem de programação Matlab (Figura 03).

Após a digitação dos dados e salvando o arquivo é só clicar no link Executar os Cálculos localizado no centro da planilha (Figura 02). O programa será aberto e os cálculos serão executados mostrando os resultados de forma simples, apenas com dois cliques do mouse.

## Conclusão

A programação desenvolvida foi capaz de executar todos os cálculos propostos e ao se fazer a aferição dos obtidos, foi observado que estão corretos e precisos.

O programa estará disponível para a utilização dos alunos e professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo e tem capacidade de resolver qualquer

problema topográfico relacionado com o método de caminhamento.

## Referências

- BORGES, A. de C. **Topografia**. Editora Edgard Blücher. 2ª Edição. Vol 1. 1997. 191p.
- ERBA, D. A.; et. al. **Topografia: para estudantes de arquitetura, engenharia e geologia**. Editora Unisinos. 2005.
- WOLF P.R.; CHILANI, C.D. **Elementary Surveying: an introduction to geomatics**. Upper Saddle River, New Jersey, Pearson Prentice Hall, 2006. 916p.