

FERRAMENTA COMPUTACIONAL DIDÁTICA PARA O ENSINO DE TOPOGRAFIA - APLICAÇÕES EM PLANIMETRIA

STEFANY GONÇALVES LIMA^{1*}; DAVID ANDERSON CARDOSO DANTAS²

¹Graduanda de Engenharia Civil, UFAL, Delmiro Gouveia-AL, stefglima@gmail.com;

²MSc. em Engenharia Civil, Prof. Assistente UFAL, Delmiro Gouveia-AL, david.dantas@delmiro.ufal.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados preliminares do desenvolvimento de um software didático, em ambiente MATLAB, para auxiliar e melhorar o ensino da disciplina Topografia nos cursos de engenharia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Campus do Sertão. Apesar do estágio inicial de desenvolvimento da ferramenta, os resultados iniciais comprovam a funcionalidade e a precisão da mesma em aplicações de topografia, mais precisamente no auxílio de levantamentos planimétricos com a utilização de poligonais fechadas. Durante o desenvolvimento do trabalho, no intuito de facilitar o entendimento do discente que está iniciando o contato com a programação, foram criadas várias funções buscando, sempre que possível, o agrupamento lógico de funcionalidades semelhantes para realização dos passos necessários nos estudos de fechamento de poligonais. O programa permite ao usuário, através das funções desenvolvidas, calcular, corrigir e visualizar a área em estudo. Almeja-se, a partir desse trabalho, iniciar o desenvolvimento de ferramenta computacional robusta que possa ser introduzida no ensino da disciplina de Topografia para os cursos de engenharia, com a intenção de desmistificar o uso da programação, além de contribuir significativamente para a qualificação profissional do discente.

PALAVRAS-CHAVE: MATLAB, Software Didático, Topografia, Levantamento Planimétrico.

COMPUTACIONAL DIDACTIC TOOL FOR TEACHING OF TOPOGRAPHY - PLANIMETRY APPLICATIONS

ABSTRACT: The objective of this work is to present the preliminary results of the development of a didactic software, in MATLAB environment, to help and improve the teaching of Topography in the engineering courses of the Federal University of Alagoas (UFAL) - Campus do Sertão. In spite of the initial stage of development of the tool, the initial results prove the functionality and accuracy of the tool in topography applications, more precisely in the aid of planimetric surveys with the use of closed polygons. During the development of the work, in order to facilitate the understanding of the student who is initiating the contact with the programming, several functions were created seeking, whenever possible, the logical grouping of similar functionalities to carry out the necessary steps in the polygon closure studies. The program allows the user, through the functions developed, to calculate, correct and visualize the area under study. It is hoped, starting from this work, to start the development of a robust computational tool that can be introduced in the teaching of the Topography discipline for the engineering courses, with the intention of demystifying the use of the programming, besides contributing significantly to the professional qualification of the student.

KEYWORDS: MATLAB, Didactic Software, Topography, Planimetric Survey.

INTRODUÇÃO

A globalização e o desenvolvimento da tecnologia trouxeram alterações no mundo do trabalho, reforçando a necessidade de competir pela inserção nesse mercado, que tem vagas cada vez mais limitadas e exige dos que dele pretendem participar conhecimentos cada vez mais amplos e competências cognitivas cada vez mais desenvolvidas (Santos Yveline, et al. 2005, apud Tancredi, 2000).

Essa brevidade de adaptação será indispensável no futuro profissional dos atuais universitários, principalmente na área da engenharia e tecnologia. Sendo assim, torna-se necessário que as instituições de ensino sejam introduzidas e adaptadas a essa nova conjuntura, empregando o uso de programas computacionais que auxiliem para a modernização no ensino com metodologias diferenciadas de aprendizagem, a fim de qualificar o discente de maneira dinâmica para o ingresso no mercado de trabalho.

À vista disso, o MATLAB é um programa computacional que possui inúmeras ferramentas que podem ser utilizadas em diversas áreas do conhecimento das engenharias, podendo ser ajustado de acordo com a finalidade do usuário, sendo algumas vezes pouco utilizado pela carência de uma didática específica, surgindo também como principal alternativa para alunos que não sabem programar em linguagens mais gerais como C e JAVA.

Nesse sentido, com o intuito de inserir no cotidiano do discente a prática da programação e contribui para melhor didática no campo da topografia, a UFAL – Campus do Sertão, por meio do programa de monitoria da instituição, está desenvolvendo uma ferramenta em ambiente MATLAB para auxiliar e melhorar o ensino na disciplina topografia nos cursos de engenharia. Visto que a ferramenta está em fase inicial, esse trabalho apresenta resultados aplicados especificamente ao levantamento planimétrico com a utilização de poligonais fechadas. Pode-se observar que já houve algumas outras iniciativas nesse contexto, para diversos outros campos de aplicação, além da topografia e geoprocessamento, como em Raunheite et al. (2005), Silva et al. (2005), Santos et al. (2005), Mariani et al. (2005) e Amaral et al. (2006).

MATERIAL E MÉTODOS

O programa inicialmente intitulado “Planimetria” tem como objetivo reunir diversas funções que compõem os cálculos e verificações de uma poligonal fechada utilizada para levantamentos planimétricos. Para isso foi utilizado o software MATLAB através da criação de várias funções divididas de acordo com os passos necessários para realização das análises. A seguir apresenta-se o passo-a-passo para realização dos referidos estudos de poligonais fechadas:

1. Determinação das coordenadas do ponto de partida

Com o auxílio de um GPS é possível coletar as coordenadas iniciais (Xopp, Yopp), da poligonal.

2. Determinação da orientação da poligonal

O azimute (Azopp) é o ângulo horizontal, cuja origem é sempre o Norte verdadeiro ou magnético, e este podem variar de 0 a 360°.

3. Cálculo do erro de fechamento angular

Em levantamentos topográficos, a presença de erros de medição é recorrente e está atrelado a aspectos climáticos, de precisão dos equipamentos e da correta utilização dos equipamentos por parte dos operadores. Nesse sentido, faz-se necessário a correção desses erros desde que estejam em níveis aceitáveis e passíveis de correção. No caso de polígonos fechados, é possível utilizar fórmula analítica para o cálculo desses erros, conforme a seguir:

$$dif = \sum HZ_i - (n - 2) * 180^\circ \quad (1)$$

$$dif = \sum HZ_e - (n + 2) * 180^\circ \quad (2)$$

Sendo:

n = número de vértices da poligonal;

dif = erro de fechamento angular;

HZ_i = ângulos internos;

HZ_e = ângulos externos;

4. Distribuição do erro de fechamento angular

É necessário fazer a verificação dos ângulos medidos. Uma vez que a poligonal forma um polígono fechado é possível verificar se houve algum erro na medição dos ângulos.

É estabelecida uma precisão nominal do equipamento para cálculo do erro de uma poligonal retangular, se por ventura o erro for maior que a tolerância, o usuário deverá refazer o levantamento, caso contrário o erro é distribuído para os ângulos posteriores coletados, sendo feito de maneira que, se o erro for para mais é feita a subtração e para o caso do valor ser menor que o somatório é realizado

a adição aos demais ângulos coletados. É comum encontrar a seguinte equação para o cálculo da tolerância angular:

$$E_a = p * n^{0.5} \quad (3)$$

Sendo:

E_a = a tolerância angular;

p = precisão nominal do equipamento de medição angular;

5. Cálculo dos Azimutes

Como a orientação é determinada apenas para uma direção da poligonal, e necessário efetuar o cálculo dos azimutes para todas as demais direções da poligonal. Isto é feito utilizando os ângulos horizontais medidos em campo. Será considerado:

$$Az_{i,1+1} = Az_{i-1,i} + a_i \quad (4)$$

Com i variando de 0 a $(n - 1)$;

- Se Az for $<$ que 180° , somam-se 180° a Az ;
- Se Az for entre 180° e 540° , subtraem-se 180° de Az ;
- Se Az for $>$ que 540° , subtraem-se 540° de Az ;

6. Cálculo das coordenadas parciais

Após todos os ângulos terem sido corrigidos e os azimutes calculados, é possível iniciar o cálculo das coordenadas parciais dos pontos, conforme as equações a seguir:

$$X_i = X_{i-1} + d_i * \text{sen}(Az_{1-i,1}) \quad (5)$$

$$Y_i = Y_{i-1} + d_i * \text{cos}(Az_{1-i,1}) \quad (6)$$

Com o ponto de partida (OPP), calculam-se as coordenadas dos demais pontos até retornar ao ponto de partida.

7. Cálculo do erro de fechamento linear

Após todas as coordenadas terem sido calculadas no passo anterior, faz-se a diferença entre as coordenadas calculadas e as fornecidas para este ponto que resultará no chamado erro planimétrico ou erro linear cometido.

$$\text{errabs} = X_{opp} - X_n \quad (7)$$

$$\text{errord} = Y_{opp} - Y_n \quad (8)$$

Sendo:

errabs = erro linear da coordenada X;

errord = erro linear da coordenada Y;

8. Cálculo das coordenadas definitivas

As correções às coordenadas serão proporcionais às distâncias medidas, e serão calculadas através das equações a seguir:

$$Cx_i = -\text{errabs} * \left(\frac{d_i}{\sum \text{distâncias medidas}} \right) \quad (9)$$

$$Cy_i = -\text{errord} * \left(\frac{d_i}{\sum \text{distâncias medidas}} \right) \quad (10)$$

Sendo:

Cx_i = o parâmetro de correção para cada coordenada X;

Cy_i = o parâmetro de correção para cada coordenada Y;

As coordenadas corrigidas serão dadas por:

$$X_i^C = X_{i-1}^C + d_{i-1,i} * \text{sen}(Az_{i-1,i}) + Cx_i \quad (11)$$

$$Y_i^C = Y_{i-1}^C + d_{i-1,i} * \text{cos}(Az_{i-1,i}) + Cy_i \quad (12)$$

Sendo:

X_i^C = a coordenada X corrigida;

Y_i^C = a coordenada Y corrigida;

9. Cálculo da área

O cálculo da área de poligonais pode ser realizado a partir do cálculo da área de trapézios formados pelos vértices da poligonal (fórmula de Gauss).

$$\text{Área} = 0.5 * (\sum(Y_i^C * X_{i+1}^C) - \sum(X_i^C * Y_{i+1}^C)) \quad (13)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O programa encontra-se dividido em módulos, que agrupam funções com os mesmos princípios do fechamento da poligonal e maior funcionalidade. Inicialmente o programa pede a inserção dos dados coletados em campo, são eles as coordenadas iniciais, a orientação (Azimute), as distâncias aferidas dos alinhamentos, a quantidade de vértices que a poligonal possui e a precisão do equipamento utilizado na medição. Foram utilizados dados da Tabela 1 e 2 desenvolvidos analiticamente para demonstrar a funcionalidade do programa.

Tabela 1: Dados iniciais de entrada.

Xopp	0,00m
Yopp	0,00m
Azopp	45°
Precisão do equipamento	2'

Fonte: Os Autores (2018)

Tabela 2: Dados coletados da poligonal.

Ponto	Ângulos horizontais	Distâncias aferidas (m)
1	215°32'	56,56
2	288°54'	60,83
3	287°06'	60,75
4	142°07'	44,72
5	326°19'	51,01

Fonte: Os Autores (2018)

Tabela 3: Dados de saída.

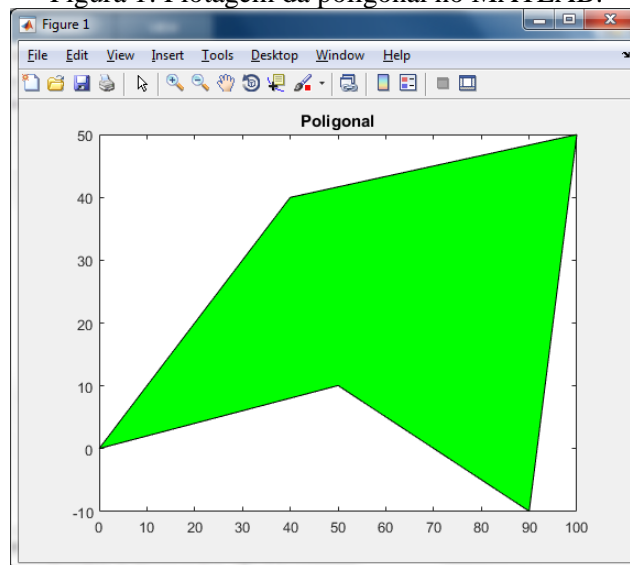
	Ângulos corrigidos	Azimutes	Coordenadas calculadas (x,y) (m)		Coordenadas corrigidas (x,y) (m)		Área da poligonal (m ²)	
Resultados Analíticos	1	215°32'24''	80°32'24''	40	40	39,99	40	
	2	288°54'24''	189°26'48''	100	50	99,99	49,99	
	3	287°06'24''	296°33'12''	90,029	-9,926	90,02	-9,946	3047,85
	4	142°07'24''	258°40'36''	50,026	10,065	50,01	10,03	
	5	326°19'24''	405°0'0''	0,008921	0,049	-0,000	0,000	
Resultados MATLAB	1	215°33'30,60''	80°33'30.60''	40,0010	40,0010	40,0077	40,0009	
	2	288°55'37,2''	189°29'9.60''	100,0070	49,9796	100,0142	49,9794	
	3	287°2'14,82''	296°31'24.24''	89,9950	-9,9397	90,0022	-9,9399	3046,79
	4	142°08'12,84''	258°39'37.08''	49,9817	10,0306	49,9870	10,0305	
	5	326°20'22,92''	405°0'00''	-0,0325	0,0007	-0,0264	0,0006	

Fonte: Os Autores (2018)

Ao analisarmos a Tabela 3 podemos evidenciar a similaridade de dados encontrados nos resultados analíticos e nos resultados obtidos através do programa, isso acontece visto que a maior utilização de casas decimais faz com que os resultados do MATLAB possuam uma maior precisão em relação aos analíticos. Diante da análise dos resultados, verifica-se que o código desenvolvido consegue realizar de forma satisfatória a correção de possíveis erros de fechamento em poligonais fechadas utilizada para levantamentos topográficos.

Ao final da execução do programa é gerada a plotagem da poligonal levantada pelo usuário, permitindo assim a visualização da demarcação do seu terreno, além de comprovar que todos os dados obtidos em campo foram corretos a partir do fechamento da poligonal.

Figura 1: Plotagem da poligonal no MATLAB.



Fonte: Os Autores (2018)

CONCLUSÃO

A metodologia apresentada neste trabalho é uma contribuição inicial que tem como alvo desmistificar e comprovar, com simplicidade e eficácia o uso da programação, além de criar a inserção de uma nova didática que utiliza o *software* MATLAB nos cursos de engenharia, mais precisamente na disciplina Topografia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) – Campus do Sertão.

É importante ressaltar a utilidade de ter um programa escrito em código comentado, pois isso possibilita aos alunos da disciplina aprender diretamente na prática como desenvolver a programação. Estas características permitem também uma aprendizagem didática e flexível.

Pretende-se a partir do desenvolvimento deste trabalho a continuidade do desenvolvimento da ferramenta computacional, através do uso do MATLAB, que possam auxiliar de maneira didática os discentes com o objetivo principal de obter um *software* didático que englobe a grande área da Topografia e Geoprocessamento, contribuindo tanto para resolução dos problemas de engenharia, quanto para criar um diferencial nos alunos para o ingresso no mercado de trabalho.

REFERÊNCIAS

- Coelho Júnior, J. M.; Neto, F. C. R.; Andrade, J. S. C. O. Topografia geral. Recife-PE : EDUFPRPE, p.156.2014.
- Silva, José Guilherme Santos da, LIMA, Luciano Rodrigues Ornelas de, Ferreira, Alessandra Rodrigues, Silva, Saulo Moura da e Mattos, Alex da Rocha. Uma Experiência Didática com Base no Emprego do MATLAB nos Cursos de Graduação da Faculdade de Engenharia da UERJ. In: World Congress on Engineering and Technology Education, 03, 2004, São Paulo, Brasil.
- Amaral, E. R. et al. Desenvolvimento de uma ferramenta computacional em ambiente matlab para auxílio ao ensino de processamento digital de imagens. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2006, Anais., Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006. ISBN 85-7515-371-4. v. 1. p. 14.
- Santos, Y. B. I.; MENDES, S. B.;PELAES, T. S. O ensino de ferramentas computacionais aplicadas a Engenharia de Produção: um método diferenciado. Anais, XXV Encontro Nac. de Engenharia de Produção. Porto Alegre, 2005. 4. v. 1. p. 7.
- Mariani, Viviana Cocco, PRETO, Tânia Martins, GUEDES, André Luiz Pires. Utilização do Maple, MATLAB e SCILAB nos Cursos de Engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 9, 2005, Campina Grande. Anais. Paraíba: UFCG-UFPE.