

USO DE PLANILHA ELETRÔNICA COMO RECURSO DIDÁTICO E DE MENOR CUSTO PARA CÁLCULOS TOPOGRÁFICOS

Juliana Silva Dias¹

Luiz Carlos Almeida de Andrade Fontes²

Resumo: *A Topografia evoluiu extraordinariamente no sentido da informatização de todo o processo de produção cartográfica, desde as medições de campo até o desenho final da planta topográfica, ao introduzir em seus procedimentos operacionais instrumentos eletrônicos de campo e equipamentos computacionais na automação de processos de cálculo e de representação gráfica. O volume de cálculos é bastante elevado e repetitivo na atividade topográfica, de modo que também ocorreu uma evolução nos procedimentos adotados para estes cálculos, onde se destaca o uso de microcomputadores pessoais, que combinam a vantagem da velocidade de processamento com as facilidades de operação e de programação. O surgimento de “softwares” aplicativos para a modelagem numérica de terrenos vem estabelecendo, em conjunto com a automação em novos instrumentos, numa nova conduta de medição, tratamento dos dados e apresentação dos resultados. Atualmente estão disponíveis no mercado brasileiro razoável quantidades de “softwares” aplicativos para Topografia, porém apresentam elevado custo para a realidade do estudante universitário brasileiro. Com o objetivo de propiciar melhoria de qualidade na execução de trabalhos didáticos nas tarefas práticas da disciplina Topografia, pertinente à estrutura curricular do curso de graduação em Engenharia Civil, desenvolveu-se um aplicativo computacional a partir de planilha eletrônica tipo Excel, permitindo os cálculos, a avaliação da qualidade métrica das medições topográficas, determinação do valor de área plana poligonal e a visualização gráfica dos vértices de poligonais. Os resultados alcançados com o uso deste aplicativo demonstram sua utilidade didático-pedagógica durante o processo ensino-aprendizagem, permitindo aos estudantes um melhor aproveitamento do tempo economizado, devido aos cálculos eletrônicos, para as atividades de conferência e análise dos resultados.*

Palavras-chave: Topografia; Aplicativo computacional; Cálculos topográficos.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o avanço tecnológico empreendido, introduzindo computadores, instrumentos eletrônicos de campo e equipamentos gráficos na automatização de processos, a Topografia tem evoluído extraordinariamente no sentido da automatização de todo o processo da produção cartográfica – planta topográfica, desde as observações de campo até o desenho final e a elaboração interativa de projetos. O setor de atividade de levantamentos topográficos sofreu profundas modificações. O avanço na área das medições topográficas e geodésicas extrapolou os limites da modernização dos instrumentos de medidas. O aparecimento de aplicativos computacionais para a modelagem numérica de terrenos (MNT) e do Sistema de Informação Geográfica (SIG), vem estabelecendo, em conjunto com a automação em novos instrumentos, uma nova conduta de medição, tratamento dos dados e apresentação dos resultados.

A informatização é necessária, quer na automação dos equipamentos, quer na automação dos processos de cálculos e do desenho topográfico, bem como na sua utilização como poderoso

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil da Universidade Católica do Salvador – UCSal. E-mail: sd.juliana@yahoo.com.br.

² Orientador – Mestre, Professor da Escola de Engenharia da Universidade Católica do Salvador – UCSal e da Escola Politécnica – DT da Universidade Federal da Bahia – UFBA. E-mail: lfontes@atarde.com.br.

recurso auxiliar na elaboração de projetos de engenharia, trazendo muitas vantagens no que se refere à rapidez, à eficiência, à confiabilidade, ao custo e à qualidade dos diversos resultados e das informações rapidamente disponibilizadas.

O COMPUTADOR REALIZANDO OS CÁLCULOS PARA A TOPOGRAFIA

Em levantamentos topográficos, o volume de cálculos é bastante elevado. Na evolução dos procedimentos dos cálculos topográficos, mediante o emprego de computadores, destacou-se o uso dos microcomputadores pessoais (PC), que combinam a vantagem de processamento (antes, característica de um grande computador) com as facilidades, preliminarmente, das calculadoras eletrônicas programáveis: disponibilidade, facilidade de operação e de programação, além de um custo acessível para a grande maioria das empresas especializadas em trabalhos geodésicos e topográficos.

Atualmente, as empresas de Topografia dispõem de programas computacionais (“*softwares*”) para resolver os problemas mais triviais, tais como cálculos e fechamento de poligonais, cálculos taqueométricos, avaliação de áreas e de volumes e outros similares. São aplicativos que, além dos cálculos próprios dos levantamentos topográficos, também possuem recursos gráficos e analíticos para usar a técnica do modelo numérico de terrenos. A grande maioria dos programas computacionais topográficos, atualmente disponíveis no mercado, são excelentes ferramentas no que diz respeito à automação topográfica. Porém são “*softwares*” que apresentam elevado custo para a realidade do estudante universitário brasileiro. Para minimizar essas dificuldades dos estudantes (custo e volume apreciável de cálculos a realizar) e melhorar significativamente a qualidade da aprendizagem, a autora deste artigo desenvolveu um aplicativo computacional para executar os cálculos topográficos e a visualização gráfica dos resultados, a partir da manipulação de uma planilha eletrônica tipo Excel. Uma planilha eletrônica é um programa (PLATAFORMA) que permite ao usuário fazer a criação e edição para atendimento de inúmeros interesses, desde simples cálculos aritméticos até elaborar tabelas de cálculo, planilha de controle de estoque, produção de diversos tipos de gráficos, análises de dados a partir do auxílio do computador. Atualmente, de modo fácil e rápido, pode-se corrigir, recalcular valores, criar gráficos em duas e três dimensões, visualizar e imprimir planilhas, tabelas ou gráficos. A criatividade do usuário é que estabelece o limite de utilidade da mesma. O uso da planilha eletrônica para realizar cálculos referentes às poligonais topográficas fechadas, estas definidas no campo para permitir o detalhamento topográfico dos objetos existentes no terreno (casas, cercas, árvores, etc.), obtendo economia de tempo gasto na atividade, permite que a parcela de tempo economizada seja empregada para a conferência e análise dos resultados obtidos computacionalmente, além da redução de custo por não ter que adquirir um programa computacional produzido comercialmente.

O APLICATIVO COMPUTACIONAL DESENVOLVIDO

Com o objetivo de propiciar melhoria de qualidade na execução de trabalhos didáticos nas tarefas práticas da disciplina Topografia, pertinente à estrutura curricular do curso de graduação em Engenharia Civil, desenvolveu-se um aplicativo computacional a partir de manipulação da planilha eletrônica tipo Excel, permitindo os cálculos e a visualização gráfica dos vértices de poligonais fechadas, após avaliar a admissibilidade dos erros angulares e de distâncias lineares cometidos naturalmente durante as medições topográficas no campo e realizar

as correções necessárias para a obtenção das coordenadas retangulares absolutas dos vértices de poligonais fechadas.

Os resultados dos cálculos topográficos são apresentados, como relatório, na forma de planilha contendo todas as informações relativas às medidas realizadas no campo (ângulos e distâncias horizontais) e aquelas obtidas mediante os procedimentos de cálculo computadorizados, bem como o resultado gráfico da disposição geométrica da poligonal em termos do posicionamento de seus vértices (estações), na forma de esboço planimétrico, o qual permite orientar a confecção do desenho final: a planta topográfica.

Na **Figura 1** ilustra-se um exemplar da planilha desenvolvida com seus resultados obtidos computacionalmente para o cálculo das coordenadas retangulares absolutas dos vértices do polígono regular fechado e seu respectivo esboço planimétrico.

A planilha de cálculo apresenta a descrição do tratamento matemático executado nas medições de campo (ângulos horizontais e distâncias horizontais lineares) referentes a uma poligonal fechada de quatro vértices, na verificação da admissibilidade angular e linear em relação aos erros cometidos nas medidas de campo e, de forma sintética, apresenta os valores correspondentes às coordenadas retangulares absolutas compensadas dos vértices do polígono regular definido no terreno. Adicionalmente, a planilha de cálculo apresenta também o esboço planimétrico do polígono topográfico, após as compensações angulares e lineares realizadas pelo aplicativo computacional, permitindo, de modo prático, orientar a elaboração do desenho definitivo da planta topográfica.

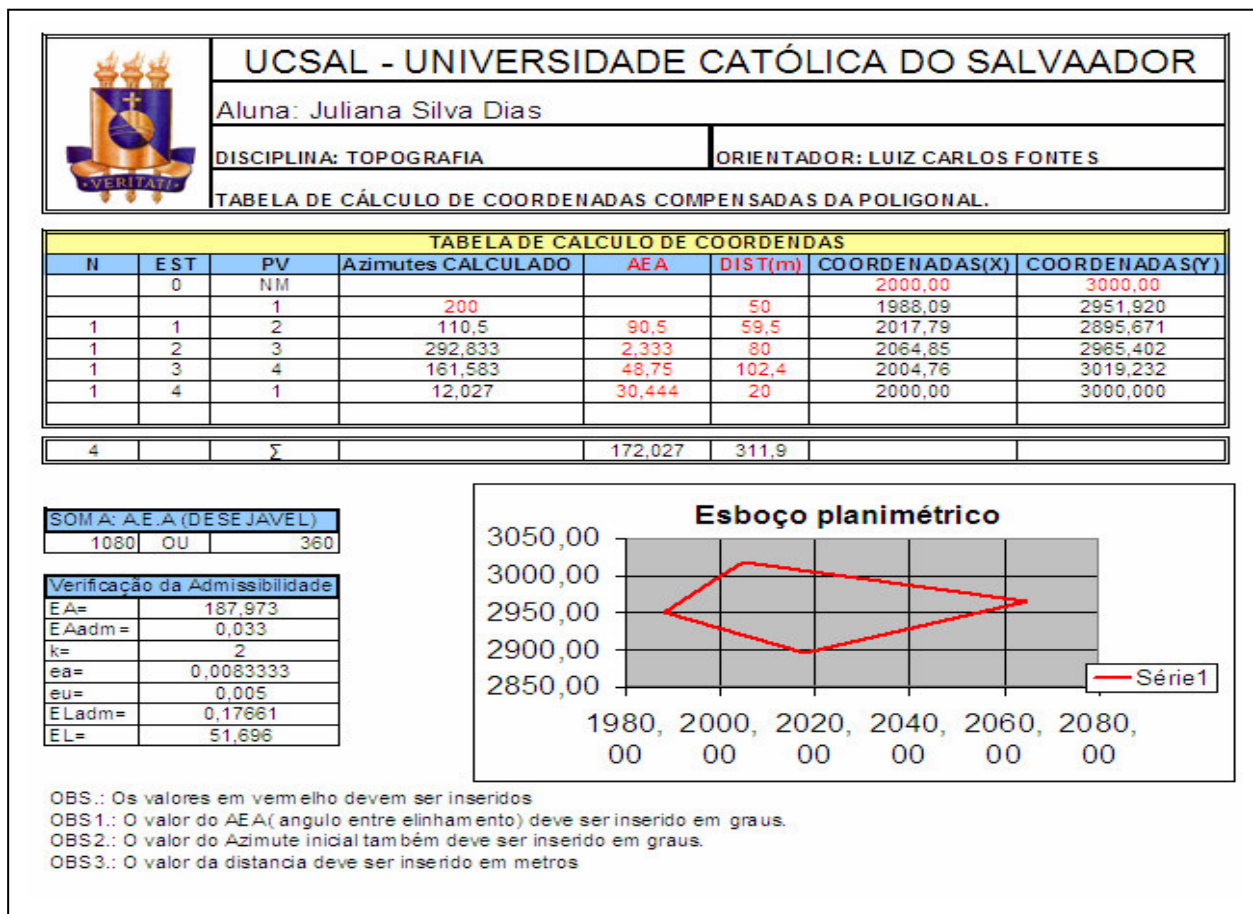


Figura 1: Planilha de cálculo com os resultados obtidos relativos à poligonal fechada.

O aplicativo desenvolvido permite ainda a determinação do valor da área plana superficial delimitada pelos lados retos do polígono topográfico definido no terreno, mediante o emprego da denominada “Fórmula de Gauss”.

Segundo Comastri et al. (1998, p.109), as áreas que realmente interessam em todos os trabalhos topográficos são as de projeção horizontal (ou de base produtiva), já que todas as construções se apóiam em terreno horizontal e a maioria das plantas úteis cresce na direção vertical.

Segundo Domingues (1979, p.189), a área de uma superfície plana limitada por uma poligonal fechada pode ser determinada analiticamente quando se conhecem as coordenadas ortogonais de seus vértices. As poligonais topográficas fechadas comumente são definidas no campo para permitir o apoio para o detalhamento topográfico (posicionamento) dos objetos existentes no terreno (casas, cercas, árvores, etc.), como também podem representar o limite perimetral de uma parcela territorial de uma propriedade rural ou urbana, cujas coordenadas ortogonais deverão ser conhecidas para fins últimos de registro cartorial, quer utilizando equipamentos topográficos convencionais (tedolitos/taqueômetros) ou eletrônicos (estação total), quer os modernos receptores GPS.

A partir do esquema ilustrado pela **Figura 2**, que serve de fundamento original para a dedução da fórmula geral para o cálculo de uma área plana segundo Gauss:

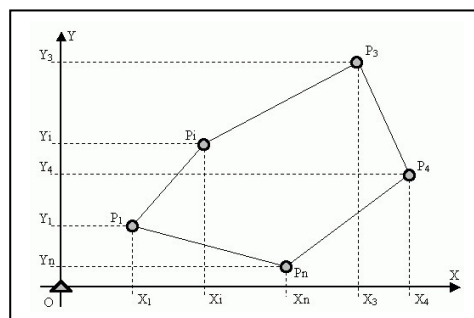


Figura 2: Esquema das coordenadas para o cálculo da área plana

O cálculo da área plana superficial (S) de uma parcela territorial definida pelas coordenadas cartesianas $(X_i, Y_i), i = 1, \dots, n$ dos pontos de limites do polígono correspondente, é dada pela conhecida e denominada Fórmula de Gauss:

$$S = \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^n Y_i X_{i+1} - \sum_{i=1}^n X_i Y_{i+1} \right) \quad (1)$$

sendo n a quantidade de vértices do polígono e o vértice $i+1 = n$ coincidente com o vértice $i+1$.

Na **Figura 3** ilustra-se um exemplar da planilha desenvolvida complementarmente, com os resultados obtidos computacionalmente, a partir de um polígono regular definido planimetricamente pelos seguintes vértices: **0** (2000,00 m ; 3000,00 m), **1** (1988,09 m ; 2051,02 m), **2** (2017,79 m ; 2895,67 m), **3** (2064,85 m ; 2965,40 m), **4** (2004,76 m ; 3019,23 m) e, fechando, **0** (2000,00 m ; 3000,00 m).


		UCSAL - UNIVERSIDADE CATOLICA DO SALVADOR					
		ALUNA: JULIANA SILVA DIAS					
		DISCIPLINA: TOPOGRAFIA			ORIENTADOR: LUIZ CARLOS FONTES		
TABELA DE CÁLCULO DE ÁREAS DA POLIGONAL							
TABELA DE CÁLCULO DE ÁREA DA POLIGONAL							
COORD (X)	COORD(Y)	Xn+Xn+1	Yn+1-Yn	Area (m ²)	Xn+1-Xn	Yn+Yn+1	Area(m ²)
2000,00	3000,00	3988,09	-48,08	-191745,77	-11,91	5951,92	-70863,95442
1988,09	2951,92	4005,88	-56,25	-225327,37	29,70	5847,59	173644,6651
2017,79	2895,67	4082,64	69,73	284685,651	47,06	5861,07	275817,9414
2064,85	2965,40	4069,61	53,83	219065,785	-60,09	5984,63	-359591,9315
2004,76	3019,23	4004,76	-19,23	-77018,872	-4,76	6019,23	-28666,14721
2000,00	3000,00	-	-	-	-	-	-
Somatória				9659,427			
Área=				4829,713			
Somatória				-9659,427			
Área				-4829,713			

Figura 3: Planilha de cálculo apresentando, em exemplo aplicado, o procedimento computadorizado mediante o aplicativo desenvolvido

O valor obtido para a área plana superficial vale **4829,713 m²**. Visualiza-se também, do lado direito inferior da planilha, a comprovação da correção do cálculo realizado, mediante a repetição o valor obtido para representar área poligonal.

O aplicativo desenvolvido poderá ser empregado para qualquer que seja a quantidade de vértices do contorno poligonal definido no processo de medição no campo.

CONCLUSÃO

O computador, com todos os seus aplicativos utilizados na realização de trabalhos topográficos, apresentam-se como instrumento facilitador, auxiliando os cálculos para levantamentos topográficos, gerenciando dados, desenhando figuras e emitindo relatórios.

O estudo realizado permite concluir pelas vantagens, querem didático-pedagógicas, querem financeiras, obtidas com a utilização do aplicativo computacional desenvolvido, não apenas em termos da eliminação fastidiosa dos repetitivos cálculos a serem realizados e dos comuns equívocos cometidos durante as operações numéricas manuais ou com o auxílio de máquinas calculadoras portáteis; adiciona-se, além das vantagens intelectivas alcançadas, em decorrência do esforço cognitivo empregado na elaboração do aplicativo desenvolvido, adicionado à economia energético-intelectual obtida, esta podendo ser utilizada de maneira mais útil na consolidação do aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem de *essência construtivista*, como requer a pedagogia contemporânea, cujos princípios metodológicos foram aplicados no desenvolvimento da temática envolvida e na tarefa empreendida.

Adicionalmente, o resultado global alcançado com o uso deste aplicativo demonstrou também sua utilidade didático-pedagógica durante a execução do processo semestral de ensino-aprendizagem, permitindo aos estudantes um melhor aproveitamento do tempo para outras atividades acadêmicas na disciplina Topografia. Destaca-se também, a redução de custo pela eliminação da necessidade de aquisição, pelos estudantes, de programas computacionais

produzidos comercialmente, pois o aplicativo foi socializado. Para o docente-orientador torna-se inexprimível o prazer d'alma pela auto-realização de ser orientador-empendedor de um novo perfil acadêmico para os estudantes de Engenharia Civil na Universidade Católica do Salvador.

Cópia deste aplicativo poderá ser disponibilizada mediante solicitação dirigida para a autora.

REFERÊNCIAS

COMASTRI, José Aníbal & JÚNIOR, Joel Gripp. **Topografia Aplicada**. Viçosa: Editora UFV, 1998.

DOMINGUES, Felipe Augusto Aranha. **Topografia e astronomia de posição para engenheiros e arquitetos**. São Paulo: Editora Mc Graw-Hill do Brasil, 1979.

FONTES, Luiz Carlos A. de A. & Teles, Ana Regina F. **Caderno de Exercícios de Topografia – Planimetria**. Salvador: EDUFBA/Convênio UCSal, Volume 1, 2000.

PINTO, Luiz Edmundo K. **Curso de Topografia**. Salvador: Centro Editorial e Didático da Universidade Federal da Bahia. Salvador, 1988.