SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA O MÉTODO DE DIVISÃO DE ÁREA PELA PROPORÇÃO DE TRIÂNGULOS (MDAPT)

Alencar Lucas Soares [1]

Marcos Corrêa Silveira [2]

Elmo Santos da Silva Neto [3]

Raphael Borgias Vareiro [4]

Ricardo Froehlich [5]

Valmir Viera [6]

Resumo:

Os primeiros passos na arte de medir, e posteriormente na ciência topográfica, datam de mais de 5.000 anos a.C., com o início da civilização e formação de pequenas cidades, na edificação de casas por escravos manuseando esquadros, fios de prumos e níveis líquidos e na orientação de direção como os pontos cardeais (MILANI et al. 2016). A divisão de área ocorre em várias situações, tais como compra e venda, divisão entre herdeiros e/ou para loteamentos. A partir da dificuldade encontrada antigamente para a divisão de áreas, surge a ideia do Método de Divisão de Área pela Proporção de Triângulos (MDAPT), desenvolvido por Erni José Milani a partir das aulas de Topografia que ministra no Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O objetivo deste trabalho é desenvolver um algoritmo codificado na linguagem de programação C capaz de realizar o MDAPT, obtendo-se uma solução computacional para o método, que é demonstrado com um exemplo prático a campo. A linguagem C foi escolhida por ser de alto nível, possibilitando um maior reaproveitamento de código. Além disso, fornece acesso de baixo nível à memória e baixos requerimentos de hardware. É atualmente uma das linguagens de programação mais utilizadas. (ALBANO; ALBANO, 2010). Para a aplicação do método foram desenvolvidas no código, todas as áreas necessária para a divisão, independente do número de pontos ou o tamanho da área. A partir da implementação deste código baseado sobre o método, obtém-se uma grande facilidade de efetivar atividades de divisão de área no campo, o que torna todo o processo automatizado. A criação desta ferramenta tecnológica tem a capacidade de auxiliar e contribuir com a área do Geoprocessamento, mais precisamente a Topografia. Portanto, o resultado obtido no exemplo prático produzido em uma situação real a campo e demais levantamentos com divisões de área devidamente testadas, mostram que o código da solução computacional de fato produz resultados confiáveis e corretos.

Palavras-chave: Topografia. Divisão de área. Linguagem de programação.

Modalidade de Participação: Iniciação Científica

SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA O MÉTODO DE DIVISÃO DE ÁREA PELA PROPORÇÃO DE TRIÂNGULOS (MDAPT)

[1] Aluno de graduação. alencar.soares4@gmail.com. Autor principal

[2] Aluno de graduação. marcoscs100@gmail.com. Apresentador

[3] Aluno de graduação. elmo@inf.ufsm.br. Co-autor

[4] Aluno de pós-graduação. rborgias@gmail.com. Co-autor

[5] Aluno de graduação. froehlich.ricardo@gmail.com. Co-autor

[6] Docente. valviera@yahoo.com.br. Orientador

SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA O MÉTODO DE DIVISÃO DE ÁREA PELA PROPORÇÃO DE TRIÂNGULOS (MDAPT)

1 INTRODUÇÃO

Os primeiros passos na arte de medir, e, posteriormente, da ciência topográfica, datam de mais de 5.000 anos a.C., com o início da civilização e formação de pequenas cidades, na edificação de casas por escravos manuseando esquadros, fios de prumos e níveis líquidos e na orientação de direção como os pontos cardeais (MILANI et al. 2016).

A Topografia tem por finalidade determinar o contorno, dimensão e posição relativa de uma porção da superfície terrestre, sem levar em conta a curvatura resultante da sua esfericidade. É uma ciência aplicada, baseada na Geometria e na Trigonometria plana, de âmbito restrito, pois está inserida na Geodésia, que tem por objetivo o estudo da forma e dimensões da Terra (ESPARTEL, 1977).

A partir da dificuldade encontrada antigamente para a divisão de áreas, surge a ideia do Método de Divisão de Área pela Proporção de Triângulos (MDAPT), desenvolvido por Erni Milani a partir das aulas de Topografia que ministra no Curso Superior de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

O objetivo deste trabalho é desenvolver um algoritmo codificado na linguagem de programação C capaz de realizar o MDAPT, obtendo-se uma solução computacional para o método, demonstrado com um exemplo prático a campo. A linguagem C foi escolhida por ser de alto nível, possibilitando um maior reaproveitamento de código. Além disso, fornece acesso de baixo nível à memória e baixos requerimentos de hardware. É atualmente uma das linguagens de programação mais utilizadas (ALBANO; ALBANO, 2010).

2 METODOLOGIA

2.1 EXEMPLO NUMÉRICO DO MÉTODO MDAPT

O método a ser descrito a seguir foi desenvolvido em uma área próxima ao Planetário da UFSM. A Figura 1 mostra um croqui da localização do levantamento realizado.

Na ocasião, foram utilizados os seguintes instrumentos: Estação Total modelo Leica TC - 407, um tripé da marca Trident e uma bússola magnética. O levantamento foi constituído em uma área com 8 vértices, sendo a estação centrada e nivelada fisicamente no Marco Geodésico M037, pertencente a Rede de Referência Cadastral da UFSM. O tipo de coordenadas utilizadas foi no sistema local, coordenadas topográficas planas. Como ferramenta auxiliar para a vetorização, foi utilizado o *software* AutoCAD Civil 3D.

Figura 1 - Polígono do Exemplo Numérico.



Fonte: Projeto Drone do Colégio Politécnico da UFSM, 2017.

Conhecidas as coordenadas locais do polígono, foi realizada a divisão da área em duas partes iguais a partir do Vértice (V2), em que foi escolhida uma distância de 73 metros a partir do Vértice (V1). A distância de 73 metros foi escolhida em razão de ser próxima à metade do comprimento da linha de frente ao lote (V1 a V2). A Tabela 1 apresenta as coordenadas, em metros, dos pontos que formam o polígono da Figura 1.

Tabela 1 - Coordenadas locais do exemplo numérico

Ponto	X(m)	Y(m)
M037	1.000,000	1.000,000
V1	889,586	889,043
V2	962,493	892,727
V3	1022,136	895,741
V4	1026,010	913,810
V5	1033,706	925,574
V6	1040,013	930,128
V7	1038,584	986,730
V8	888,027	981,497

Fonte: do autor, 2018.

A proposta de dividir o polígono em duas partes iguais nos leva a calcular em primeiro lugar a Área Total da Poligonal (ATP) (Figura 2a) e saber qual é a Área a Dividir (AD) que se almeja. A área calculada na estação total foi de: ATP = 13355,094 m².

A Área a Dividir (AD), será a metade da ATP (lembrando que a área pode ser dividida em quantas partes forem necessárias). Porém, para fins de exemplo numérico, escolheu-se dividir em duas partes iguais. Portanto, a AD será de: AD = 6.677,547 m².

Conhecida a AD, tendo como ponto inicial (n) o V2 e a reta divisora ab, formada pelo V7 e V8, calcula-se a área do polígono formado desde o ponto inicial até o primeiro vértice da reta divisora, ou seja, o polígono da Área da Poligonal 1 (AP1) (Figura 2b) será formado pelos vértices (V2, V3, V4, V5, V6 e V7) e a sua área foi de: AP1 = 3.104,625 m².

Conhecida a área AP1 é possível determinar a Área a Avançar (AA), que será a diferença da AD e a AP1 (Figura 2c), assim: AP1 = 6.677,547 m² - 3.104,625 m² = 3.572,922m².

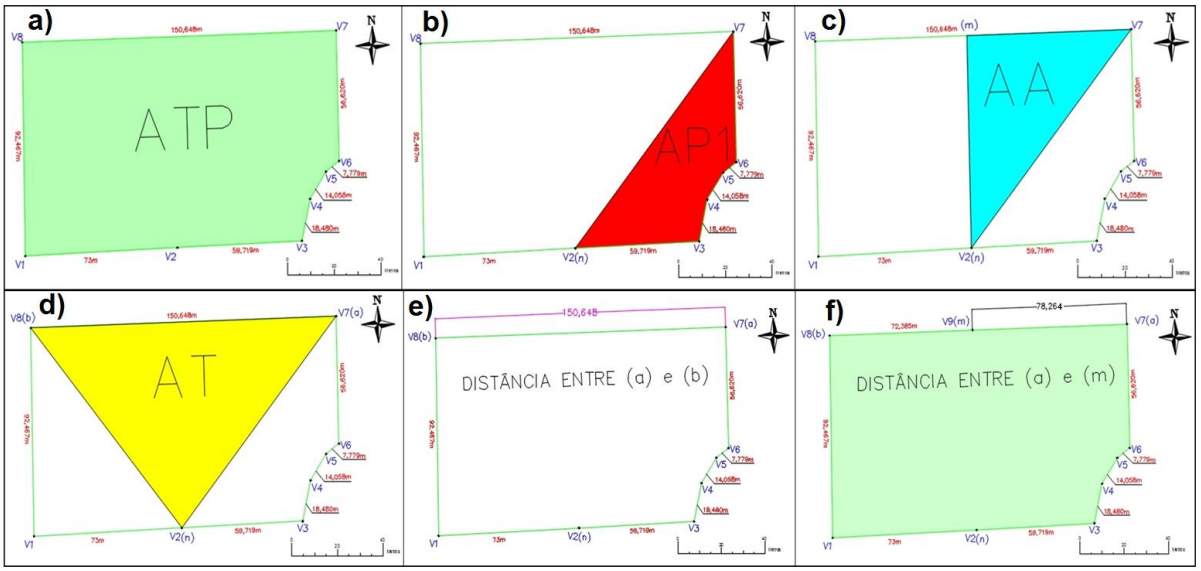
É definido ainda o cálculo da Área do Triângulo (AT) (Figura 2d), formado pelo ponto inicial (n) e os vértices da reta divisória ab, no exemplo n = V2, a = V7 e b = V8, obtendo-se assim a área de: AT = 6.877,375 m².

Calculou-se ainda a distância resultante da reta ab (Figura 2e), que pode ser verificada na opção "Distância entre Pontos" da estação (V7 e V8) sendo no valor de: Dab = 150,648m.

Sendo assim, com todas as informações anotadas, e com o auxílio de uma calculadora, aplicou-se o cálculo da fórmula do MDAPT, no qual apresenta uma proporção entre a AA e a AT, multiplicado pela distância encontrada de ab, resultando em uma distância que deve ser percorrida do V7 (ponto "a") até o V9 (ponto "m"), esse último, considerado o vértice a ser encontrado. Dam = 78,264m (Figura 2f).

No campo, com o auxílio de uma trena, foi determinado um ponto em cima do alinhamento (V7 à V8) na distância de 78,264 m, no qual, encontrou-se o ponto (m). As coordenadas do V9 (m), encontrado com a leitura feita pela estação total, ainda no campo foram: X = 960,367 e Y = 984,011.

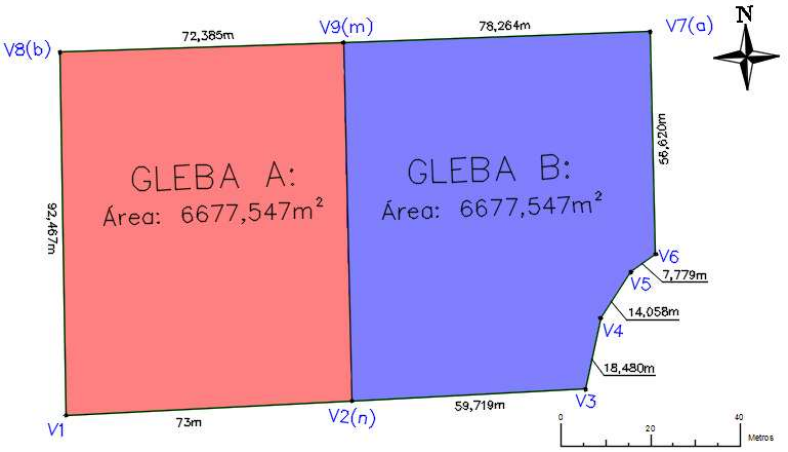
Figura 2 - Exemplo das áreas e distâncias calculadas.



Fonte: do autor, 2018.

Após encontrar o V9 (m) calculamos a área das duas Glebas para confirmar a área desejada entre as duas partes envolvidas.

Figura 3 - Divisão Gleba A e Gleba B.



Fonte: do autor, 2018.

2.2 IMPLEMENTAÇÃO DO ALGORITMO

A primeira informação retornada pela execução do código é a área delimitada pelos pontos informados, os quais podem ser obtidos de três maneiras distintas: por um arquivo definido dentro do código-fonte, por um arquivo informado em tempo de execução pelo usuário ou por coordenadas informadas manualmente pelo console. Também devem ser informadas a área que deseja dividir e as coordenadas X e Y do ponto inicial.

Para a aplicação do método foram representadas no código, todas as áreas necessárias para a divisão, independentemente do número de pontos ou do tamanho da área. As áreas são assim representadas: a Área da Poligonal 1 (AP1), que é área do vértice inicial (n) até o ponto (a) da linha divisória; a Área a Avançar (AA) que será a diferença entre as áreas da AD e a

AP1; a Área do Triângulo (AT), que é área formada entre o ponto inicial e os pontos da linha divisória; e a Área de conferência (Aconf), que é a confirmação da exatidão da área dividida.

A Figura 4 mostra um trecho do código-fonte, onde o resultado gerado é formado pelas coordenadas X e Y do ponto divisor e a distância encontrada do ponto para a divisão de área. O código completo desta solução computacional do MDAPT pode ser consultada e executada no link: https://bit.ly/2CUNKxI.

Figura 4 - Parte do código original

```
1.  div_vert = div_vert - 1;
2.  for(j = 1;j <= div_vert+1; j++){
3.      valorXAP[j] = valorX[j];
4.      valorYAP[j] = valorY[j];
5.  }
6.  valorXAP[1] = x_inicial;
7.  valorYAP[1] = y_inicial;
8.  valorXAP[div_vert] = x_inicial;
9.  valorYAP[div_vert] = y_inicial;
10. AP1 = 0;
11. for(k = 1;k <= div_vert-1; k++){
12.     AP1=((valorXAP[k] * valorYAP[k+1]) - (valorYAP[k] * valorXAP[k+1])) / 2 + AP1;
13. }
14. AA = AD-AP1;
    ATp1 = x_inicial * valorY2[div_vert-1] + valorX2[div_vert-1] * valorY2[div_vert] + valorX2[div_vert] *
    y_inicial;
15. ATp2 = y_inicial * valorX2[div_vert-1] + valorY2[div_vert-1] * valorX2[div_vert] + valorY2[div_vert] *
    x_inicial;
16. AT = (ATp1-ATp2)/2;
17. printf("\nXa: %.3f \n\nXb: %.3f \n\nAA: %.3f \n\nAT: %.3f\n\n", valorX2[div_vert-1], valorX2[div_vert],
18. AA, AT);
19. Xm = valorX2[div_vert-1] + (AA/AT) * (valorX2[div_vert] - valorX2[div_vert-1]);
20. Ym = valorY2[div_vert-1] + (AA/AT) * (valorY2[div_vert]-valorY2[div_vert-1]);
21. printf("A coordenada divisora Xm e = %.3f \nA coordenada divisora Ym e = %.3f\n",Xm, Ym);
22. distancia=(((Xm-valorX2[div_vert-1])*(Xm-valorX2[div_vert-1]))+((Ym-valorY2[div_vert-1])*(Ym-
    valorY2[div_vert-1])));
23.  resultado = sqrt (distancia);
24.  printf("\nA distancia entre o ponto (a) e o ponto (m): %.3f\n",resultado);
```

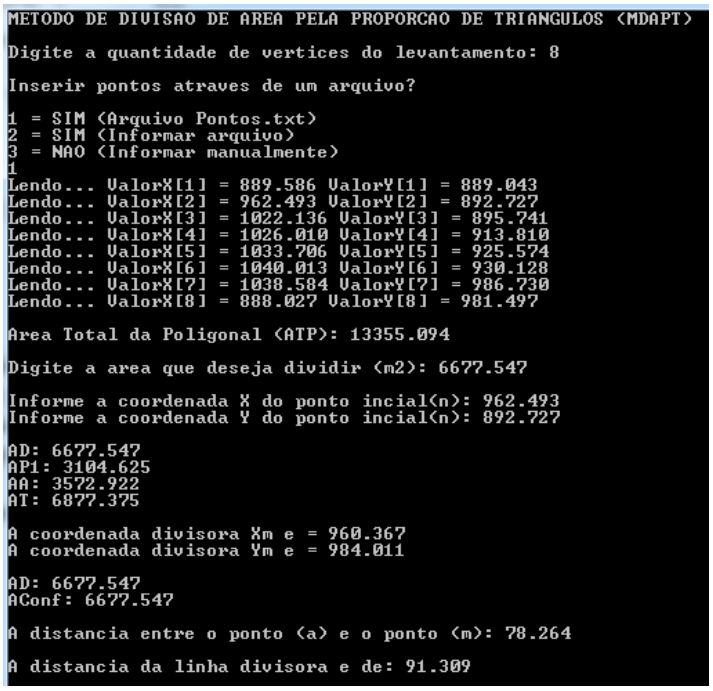
Fonte: do autor, 2018.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Executando o exemplo prático no programa, inicialmente é necessário informar a quantidade total de vértices que o levantamento conteve. Logo em seguida, é necessário informar como serão inseridos os pontos. Neste caso, todos os pontos do perímetro foram ordenados e armazenados em um arquivo de texto, com a separação entre a coordenada X e Y representada por um espaço. O arquivo de texto foi salvo com o nome “Pontos” e com extensão .txt na mesma pasta onde o código-fonte está localizado. Desta forma, o programa buscará de maneira automática as coordenadas de entrada, resultando na ATP (Figura 5).

Tendo o resultado da ATP, deve-se informar à área que se deseja dividir e também as coordenadas do ponto inicial, que serão decididas pelo usuário. Com a inserção das informações anteriores, o programa gera por meio do MDAPT a localização exata (coordenadas X e Y) do ponto divisor. Além disso, ele calcula a distância do vértice (a) até o ponto (m) e a distância da linha divisória. Fica a cargo do usuário optar por usar as coordenadas do ponto divisor ou a distância para encontrar este ponto. A execução do algoritmo torna ainda possível obter informações relevantes ao método usado, tais como a AP1, a AA, a AT e a Área de conferência (Aconf).

Figura 5 - Tela de execução do algoritmo.



Fonte: do autor, 2018.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível observar que podem ser determinadas as coordenadas do ponto divisor ou a distância do primeiro vértice (a) da linha divisória, até o ponto (m) de qualquer divisão de área, com a solução computacional desenvolvida, independentemente do tamanho da área ou da quantidade de vértices, dividindo a área em quantas partes forem necessárias, sendo elas iguais ou diferentes, conforme necessidade do usuário. A agilidade e a precisão proporcionada pelo programa é muito importante no momento de locar este ponto, pois a realidade do campo é sempre variável e imprevisível.

A partir da implementação deste código baseado sobre o método, obtém-se uma grande facilidade de efetivar atividades de divisão de área no campo, o que torna todo o processo automatizado. A criação desta ferramenta tecnológica tem a capacidade de auxiliar e contribuir com a área do Geoprocessamento, mais precisamente a Topografia.

Portanto, o resultado obtido no exemplo prático produzido em uma situação real a campo e demais levantamentos com divisões de área devidamente testadas, mostram que o código da solução computacional de fato produz resultados confiáveis e corretos.

REFERÊNCIAS

ALBANO, Ricardo Sonaglio; ALBANO, Silvie Guedes. **Programação em Linguagem C.** Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda., 2010, 410 p.

ESPARTEL, L. **Topografia: Fundamentos Básicos**. 1. ed., Porto Alegre, 1978, 322 p.

MILANI, E. J.; SEBEM, E.; AMARAL, L. de P.; MILANI, M. **Topografia aplicada**. Santa Maria: CESPOL, 2016, 200 p.