

## **A MATEMÁTICA NOS PROGRAMAS INTERNOS PARA DETERMINAÇÃO DA ÁREA NAS ESTAÇÕES TOTAIS**

**Cesar Rogério Cabral<sup>1</sup>, Julio Cesar da Silva<sup>2</sup>, Julia Cucco Dalri<sup>3</sup>, Geulia Espindola Areias<sup>4</sup>, Junior Tarcisio Hillesheim<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>IFSC/Curso Técnico de Agrimensura/Campus Florianópolis/ccabral@ifsc.edu.br

<sup>2</sup>IFSC/Curso Técnico de Agrimensura/Campus Florianópolis/julio.cesar@ifsc.edu.br

<sup>3</sup>IFSC/Curso Técnico de Agrimensura/Campus Florianópolis/julia.dalri@ifsc.edu.br

<sup>4</sup>IFSC/Curso Técnico de Agrimensura/Campus Florianópolis/geeh\_94@hotmail.com

<sup>5</sup>IFSC/Curso Técnico de Agrimensura/Campus Florianópolis/juniorhillesheim@gmail.com

**Resumo:** *As estações totais são instrumentos de medição utilizados em Topografia e possuem capacidade de armazenar e processar dados de medições sem o auxílio de programas externos ao equipamento. Os equipamentos possuem embarcados vários métodos de para a transformação das medições básicas de ângulos vertical e horizontal e distância inclinada em resultados do interesse do profissional, para tanto foram realizadas medições em um polígono de quatro lados situado nas dependências do Campus Florianópolis para apresentar aos alunos do Curso Técnico de Agrimensura a forma de operação da estação e o processo de cálculo envolvido para a transformação dos pontos de coordenadas polares (dados de medição) em retangulares e no cálculo de uma área de um polígono qualquer, para tanto dois processos de medição foram realizados, o primeiro método chamado polar para a obtenção das coordenadas retangulares e um segundo utilizando um programa interno do instrumento chamado de área. Realizada a medição e o processamento tanto direto do instrumento quanto pelas fórmulas clássicas da Topografia os resultados foram praticamente iguais nos dois procedimentos. É necessário ao estudante o conhecimento das equações que estão envolvidas na solução destes problemas que permitem em primeiro lugar avaliar a qualidade das operações como também para utilizar os recursos oferecidos pelos equipamentos.*

**Palavras-Chave:** *programas internos, estação total, fórmulas, área*

### **1 INTRODUÇÃO**

Os instrumentos de medição utilizados na Topografia estão em constante evolução, trazendo inúmeras possibilidades para os profissionais que os utilizam, dentre estes equipamentos estão as estações totais que são basicamente teodolitos com distanciômetros integrados, que permitem o registro eletrônico dos dados. O sistema de medição angular é exatamente o mesmo dos teodolitos digitais, assim como seus componentes básicos também. Como característica física, a luneta a diferencia dos teodolitos, onde dentro dela estão todos os componentes do distanciômetro (emissor e receptor do sinal). (FRANÇA et al, 2017, p 40)

As estações possuem também a capacidade de armazenar e processar informações coletadas pelo instrumento, digitadas ou recebidas por exportação de um programa compatível.

Basicamente estes equipamentos medem ângulos verticais e horizontais e distâncias inclinadas e transformam estas medições em vários formatos escolhidos pelo operador, entre estes formatos estão a distância horizontal, coordenadas retangulares em vários sistemas, área, perímetro, alturas, etc..

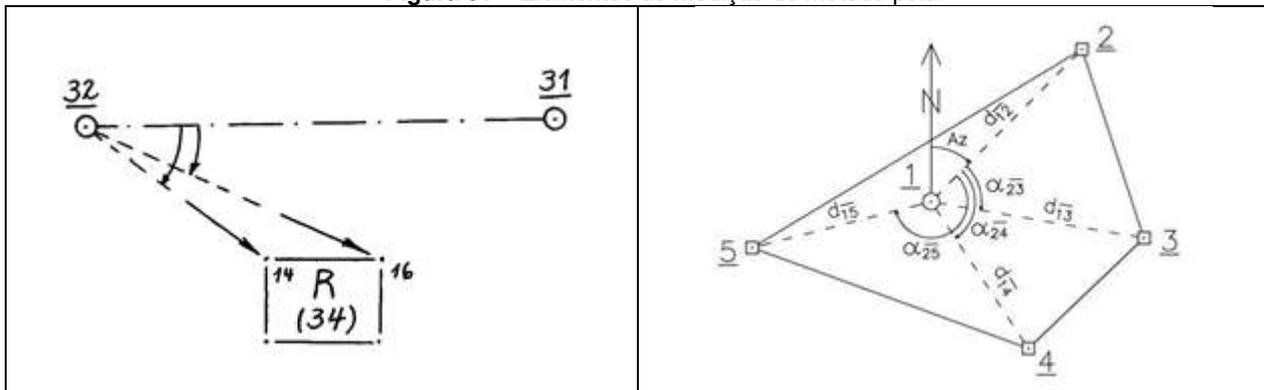
Os objetivos deste trabalho é apresentar alguns destes programas de medição e processamento destas informações pelo instrumento apresentando as fórmulas clássicas utilizadas em Topografia para a solução dos mesmos.

## 2 METODOLOGIA

As estações totais possuem embarcados programas especiais que apresentam resultados por medição ou por processamento com dados já coletados. Através de programas internos é possível realizar procedimentos topográficos rapidamente sem a necessidade de utilização de anotações ou programas externos.

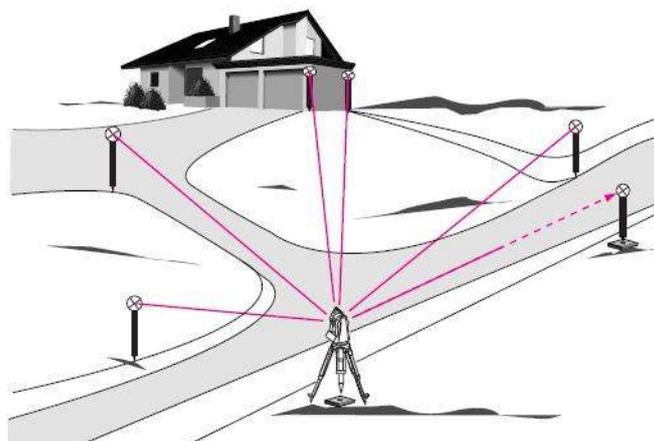
A medição pelo método polar apresentado na figura 01, segundo Hasenack (2000) consiste na determinação da direção e da distância de cada novo ponto a partir de uma estação conhecida (polo). Desta forma, conhecendo-se as coordenadas plano-retangulares da estação e tomando-se uma direção como referência, medem-se os vetores a cada ponto de interesse fazendo-se o registro das coordenadas polares de acordo com a figura 02.

Figura 01 – Elementos de medição do método polar



Fonte: Hasenack (2000)

Figura 02 – Medição pelo método polar



Fonte: Zeiske(2000)

Para o cálculo das coordenadas polares em função dos dados de medição (ângulo horizontal e distância) foram utilizadas as seguintes fórmulas:

Para o cálculo das projeções ( $\Delta X$ ), ( $\Delta Y$ ); equações (1) e (2)

$$\Delta X = d. \sin AZ_v \quad (1)$$

$$\Delta Y = d. \cos AZ_v \quad (2)$$

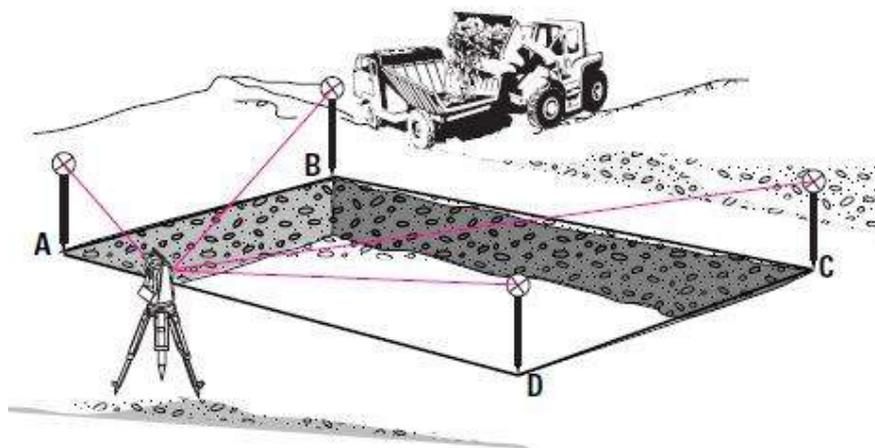
Para o cálculo das coordenadas ( $X_n$ ), ( $Y_n$ ); equações (3) e (4)

$$X_n = X_{n-1} + \Delta X_{n,n+1} \quad (3)$$

$$Y_n = Y_{n-1} + \Delta Y_{n,n+1} \quad (4)$$

O programa denominado ÁREA permite através de medição de uma estação com coordenadas e orientação definidas medir ângulos e distâncias até os pontos de interesse conforme figura 03 e a partir do terceiro ponto é apresentado o resultado da área entre eles, sendo que a cada novo ponto medido a partir do terceiro é apresentado o valor da nova área.

Figura 03 – Aplicação do método área



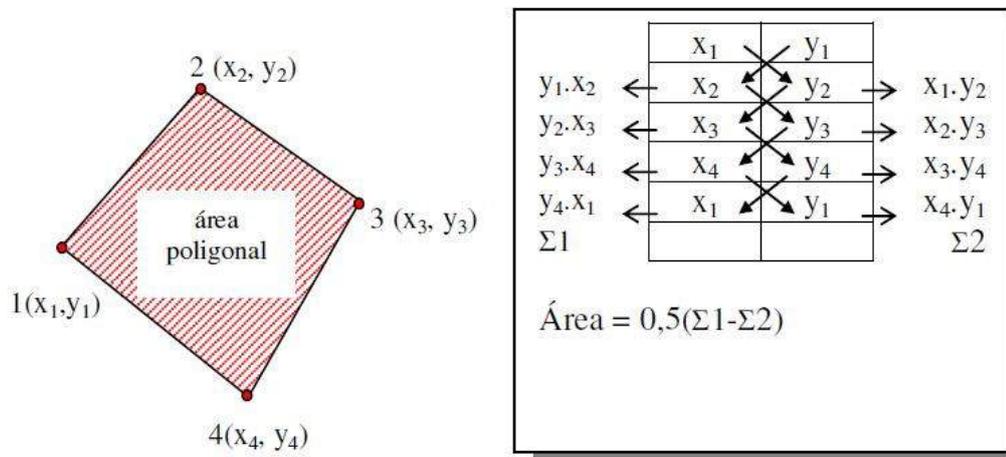
Fonte: Zeiske(2000)

Utilizando um processo semelhante será obtido pelo mesmo programa a área de pontos coordenadas previamente medidas, desde que apresentem uma sequência em triângulos.

Para a obtenção da área tendo como base as coordenadas dos pontos levantados foi utilizada a fórmula de Gauss equação (5) e criada uma tabela conforme figura 04 para facilitar o procedimento, ao final da tabela deve-se repetir as coordenadas do primeiro ponto.:

$$A = 0,5. (\Sigma( Y_i \cdot X_{i+1}) - \Sigma (X_i \cdot Y_{i+1}) ) \quad (5)$$

**Figura 04** – exemplo de tabela para cálculo da área



Fonte: Veiga(2012)

Utilizando-se uma Estação da marca Ruide modelo 820 conforme figura 05 para o levantamento de uma área situada no Campus Florianópolis, para demonstração do método e baseado no Manual de operação da estação foi elaborado um procedimento simplificado de utilização do programa como descrito abaixo.

**Figura 05** – Alunos do Curso de Agrimensura operando uma estação Ruide



Fonte: Arquivo Curso Técnico de Agrimensura

#### Roteiro simplificado de utilização do programa área

Passo 1 – Criar JOB, Configurar Estação (temperatura, pressão, definir coordenadas do ponto de estação, configurar tecla de medida MSR1 e orientar a estação na ré);

Passo 2 – Teclar Menu; abrirá o menu geral, teclar na opção 2 (int. ré); abrirá o menu de interseção a ré, teclar opção 3 (área);

Passo 3 – Visar primeiro ponto (vértice inicial do local que deseja-se calcular a área);  
teclar na opção med (MSR1); abrirá uma nova tela e efetuar a leitura do ponto (MSR1);

Passo 4 – Repetir o passo 3 para os demais vértices da área desejada;

Passo 5 – Escolher a opção Calc. no MSR2, para calcular a área e perímetro do local desejado;

Passo 6 – Teclar Ang para gravar.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das medições pelo método polar está apresentado na tabela 1 (caderneta do levantamento) e os dados do arquivo de medição.

**Tabela 1** – Caderneta de campo

Caderneta de campo Levantamento Planimétrico				
Atividade	Método área			Data 13/04/17
Equipe	Cabral, Julio,			
Local	Campus Florianópolis			Folha 1
Equipamento	Ruide 820		Obs.	
Estação	Ponto Visado	Ângulo Horizontal	Distância Horizontal	Descrição
1	A	135°58'03"	12,155	Ponto limite
	B	146°53'53"	25,568	Ponto limite
	C	185°03'46"	21,928	Ponto limite
	D	220°29'34"	9,575	Ponto limite

Fonte: Autores

Arquivo de medição da estação Ruide pelo método polar:

CO,CABRAL <JOB> Created 1-02-10 22:14:05

MP,1,,0.000,0.000,0.000,E

CO,Temp:20.0 C Press:1013.2 hPa Prism:-30mm 0001.02.10 22:15:28

ST,1,,NM,,0.000,0.0000,0.0000

F1,NM,0.000,,0.0000,85.3428, 22:15:29

SS,A,1.600,12.155,135.5803,89.5429, 22:17:59,

SS,B,1.600,25.568,146.5353,90.1440, 22:18:30,

SS,C,1.600,21.928,185.0346,90.1457, 22:19:03,

SS,D,1.600,9.575,220.2934,90.1817, 22:19:49,

Arquivo de medição da estação Ruide pelo programa área:

SS,A1,1.600,12.156,135.5757,89.5413, 22:21:29,  
 SS,B1,1.600,25.568,146.5353,90.1440, 22:22:35,  
 SS,C1,1.600,21.928,185.0348,90.1500, 22:23:13,  
 SS,D1,1.600,9.575,220.2945,90.1809, 22:23:55,  
 CO, Area=205.621 m<sup>2</sup> Perim=59.648 m

Arquivo de coordenadas da estação Ruide

1,0.000,0.000,0.000,E  
 A,8.739,8.449,1.580,  
 B,21.418,13.963,1.709,  
 C,21.842,1.935,1.695,  
 D,7.282,6.217,1.651

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A demonstração do uso das funções e sua formulação matemática que são cada vez mais presentes em equipamentos de medição reforçam a importância da análise dos resultados com base em sólido conhecimento dos princípios matemáticos.

O resultado apresentado da medição e transformação direta deste em coordenadas e da área apresentada pelo equipamento é compatível com o formulário clássico da topografia.

A tabela 2 apresenta os resultados das coordenadas obtidas nos dois métodos.com resultados

**Tabela 2** – Caderneta de campo

N° ponto	Instrumento		Fórmula clássica	
	X	Y	X	Y
A	8,739	8,449	8,739	8,449
B	21,418	13,963	21,418	13,963
C	21,842	-1,935	21,842	-1,935
D	7,282	-6,218	7,282	-6,218

Fonte: Autores

A tabela 3 apresenta os resultados das coordenadas obtidas nos dois métodos.com resultados para o cálculo da área.

Área por cálculo	Área programa da estação
205,617m <sup>2</sup>	205,621m <sup>2</sup>

Fonte: Autores

Embora a aparente facilidade de operação somente se justifica quando do conhecimento das funções embarcadas no equipamento e da possibilidade de análise dos resultados apresentados diretamente no instrumento.

## REFERÊNCIAS

ALEZI TEODOLINE. **Manual de Operação Estação Total RTS- 820 R3**. São Paulo, 2015. 204f. Manual.

FRANÇA, R. F. .et.al.,**Topografia I**. Florianópolis: Curso Técnico de Agrimensura do IFSC, 2017. 57f. Apostila.

HASENACK, M. **Originais de levantamento topográfico cadastral – possibilidade de sua utilização para a garantia dos limites geométricos dos bens imóveis**. 2000. 161f Dissertação (Mestrado). Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFSC. Florianópolis.

VEIGA, L A.K.; ZANETTI, M. A.Z.; FAGGION, P. L. **Fundamentos de Topografia**, Curitiba: Curso de Engenharia Cartográfica da UFPR, 2012. 288f. Apostila.

ZEISKE. K. **Simplificando o levantamento topográfico**. Heerbrugg: Leica Geosystems, 2000. 36f. Manual