

---

## DESENVOLVIMENTO DE UM INSTRUMENTO PARA INFERIR DISTÂNCIAS BASEADO NOS PRINCÍPIOS DO ÂNGULO PARALAXO

**João B. TAVARES JR<sup>1</sup>; Paulo A. F. BORGES<sup>2</sup>; Maria E. de S. SANTOS<sup>3</sup>; Gabriel P.  
RIBEIRO<sup>4</sup>; José R. de G. NETO<sup>5</sup> Ítalo M. A. TELES<sup>6</sup>**

### RESUMO

Para atender parte das atividades propostas na Olimpíada Brasileira de Cartografia foi desenvolvido um instrumento que permite inferir distâncias baseado no princípio da paralaxe estereoscópica. O instrumento é constituído por um tripé, uma haste e dois coordenatógrafos. Testes em campo foram realizados verificando que a qualidade das distâncias inferidas está relacionada à graduação dos coordenatógrafos e à qualidade da pontaria durante o processo de medição.

### INTRODUÇÃO

Na última década, o setor dos geo-serviços (geotecnologias) imprimiu importante impacto na economia. A conquista relaciona diretamente com a criação e integração do sistema operacional android com os *smartphones* e *tablets*. Esta integração possibilitou a implementação de aplicativos que proporcionam condições

---

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: [joao.tavares@ifsuldeminas.edu.br](mailto:joao.tavares@ifsuldeminas.edu.br)

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: [paulo.borges@ifsuldeminas.edu.br](mailto:paulo.borges@ifsuldeminas.edu.br)

<sup>3</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: [smariaeduarda006@gmail.com](mailto:smariaeduarda006@gmail.com)

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: [gabrielribeiro@hotmail.com](mailto:gabrielribeiro@hotmail.com)

<sup>5</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: [zericardoneto@hotmail.com](mailto:zericardoneto@hotmail.com)

<sup>6</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Inconfidentes. Inconfidentes/MG - E-mail: [italo090798@gmail.com](mailto:italo090798@gmail.com)

para a sociedade desenvolver a inteligência espacial, mudando seu padrão organizacional e social (OXERA, 2013).

A geotecnologia tornou-se uma ferramenta fundamental para a compreensão desta sociedade moderna, auxiliando no entendimento de sua complexidade social e proporcionando condições para pensar espacialmente. O conhecimento do espaço é fundamental ao exercício pleno dos direitos do cidadão, pois este conhecimento estimula novas formas de raciocínio e ações (OBRAC 2015).

Com objetivo de estimular, na escola, o interesse pelas Ciências, especialmente pela Cartografia, Matemática, Geografia e Física, e despertar o interesse pela geotecnologia, a Olimpíada Brasileira de Cartografia propôs um conjunto de atividades para o exercício da integração do conhecimento que auxilia na capacidade de pensar espacialmente.

Uma das atividades propostas foi a criação de um instrumento de medição que permita mensurar uma ou mais grandezas como: 1) ângulos ou direções; 2) rumos ou azimutes; 3) distâncias; 4) inclinação ou declive; 5) tempo, devendo ser de baixo custo, funcional e não apenas decorativo.

Para solucionar o problema proposto, a equipe do Campus Inconfidentes propôs a construção de um equipamento para mensurar distância, sendo que a distância inferida com base no princípio da paralaxe. Este instrumento foi denominado de Coordenateodolito.

O desenvolvimento deste equipamento se justifica pela necessidade de estimular o discente a trabalhar em equipe, integrar seus conhecimentos, estimular sua criatividade, pensar em metodologias para aferir instrumentos e avaliar resultados.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Para desenvolver o coordenateodolito (Figura 01) utilizou-se poliacetal para a construção da mesa, um nível de pedreiro para o nivelamento da mesa, dois coordenatógrafos para a mensuração dos ângulos, barra metálica para a construção da base de suporte dos coordenatógrafos, madeira para a construção das pernas de sustentação da mesa, parafusos para fixação das peças e barra metálica para construção das alças de mira e fixação dos coordenatógrafos.

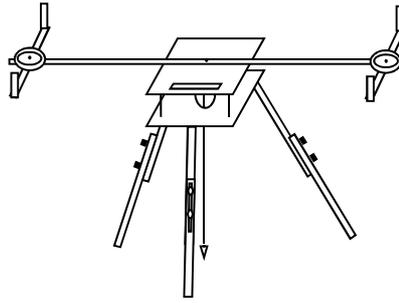


Figura 01: Esboço do Coordenateodolito

Baseado no princípio da paralaxe, o equipamento somente realiza mensuração de ângulos (Figura 02).

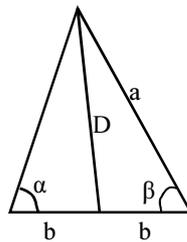


Figura 02: Medidas mensuradas com o Coordenateodolito

A distância do ponto de estação ao ponto visado determinada por método indireto (Equação 01 e 02).

$$a = \frac{\sin(\alpha) \cdot 2b}{\sin(\alpha + \beta)} \quad \text{Equação 01}$$

$$DH = \sqrt{b^2 + a^2 - 2 \cdot a \cdot b \cdot \cos \beta} \quad \text{Equação 02}$$

Sendo:  $\alpha$  e  $\beta$  – os ângulos mensurados com o coordenatógrafo posicionado na extremidade esquerda e direita da barra respectivamente; DH - a distância horizontal entre o ponto de estação e o ponto visado; a - a distância entre o coordenatógrafo da extremidade direita até o ponto de visada; e b – a distância do ponto de estação até o coordenatógrafo da extremidade da barra.

Os coordenatógrafos posicionados nas extremidades da barra são utilizados para mensurar os ângulos empregados no cálculo da distância horizontal, usando as equações 01 e 02, entre o ponto da estação e o ponto visado.

Para avaliar a eficiência do coordenateodolito na inferência da distância, foram fixados cinco pontos alinhados com equidistância de 10 metros. Sendo um ponto de estação e quatro pontos de visada. Após a fixação dos pontos e estação do instrumento, foram realizadas quatro seções de leituras das quais três seções foram

realizadas por operadores individuais e distintos e uma por dois operadores simultaneamente, um em cada extremidade. Os valores de distância obtidos foram comparados com os valores correspondentes ao afastamento dos pontos.

A menor graduação do coordenatógrafo utilizado é de 30 minutos. Para avaliar o erro que a graduação do coordenatógrafo exerce na distância inferida foi gerado um gráfico onde o eixo x representa o ângulo em graus e o eixo y a distância equivalente e o valor da diferença da distância quando comete um erro de +30 minutos na leitura angular.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 02a apresenta o instrumento instalado no ponto de estação e as balizas nos pontos de visadas (Figura 02b).

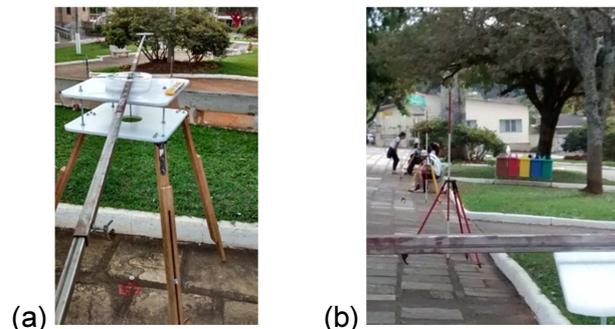


Figura 02: (a) Coordinateodolito no ponto de estação. (b) Balizas nos pontos de visada

As distâncias inferidas nas quatro seções de observações em campo foram representadas na Tabela 01.

Tabela 01: Distâncias inferidas nas quatro seções de observações em campo.

| Est. | PV | Operador |        |       |       |       |       |       |       |
|------|----|----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|      |    | A        |        | B     |       | C     |       | A e B |       |
|      |    | DH       | Erro   | DH    | Erro  | DH    | Erro  | DH    | Erro  |
| A    | 1  | 10,24    | + 0,24 | 10,40 | +0,40 | 10,30 | +0,30 | 10,40 | +0,40 |
|      | 2  | 21,19    | + 1,19 | 21,19 | +1,19 | 21,02 | +1,02 | 21,87 | +1,87 |
|      | 3  | 32,39    | +2,39  | 32,35 | +2,35 | 34,00 | +4,00 | 34,00 | +4,00 |
|      | 4  | 47,32    | +7,32  | 42,48 | +2,48 | 42,53 | +2,53 | 48,57 | +8,57 |

Os valores apresentados na tabela 01 mostram que independente do operador ou forma de operação, quanto menor a distância entre o ponto de estação e o ponto de observação menor será o erro.

Pela análise dos erros, verifica que os mesmos são variáveis entre os observadores, independente da distância mensurada, o que indica que parte do erro relaciona ao cuidado em manipular o equipamento e na qualidade da visada.

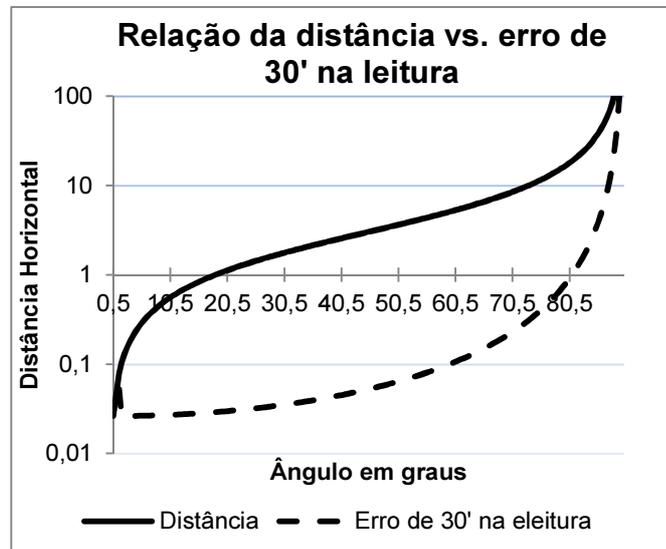


Figura 03: Gráfico demonstrando a distância equivalente a um dado valor angular e a diferença linear provocada por um erro de leitura angular de 30'.

A figura 03 apresenta o gráfico elaborado para demonstrar o valor da medida e a diferença da medida quando comete um erro de +30' na leitura do instrumento, sendo a distância encontrada para um dado valor angular representada pela linha cheia e a diferença de distância com um erro de +30' na leitura angular representada pela linha tracejada.

Tabela 03: Tabela demonstrando as distância com a variação angular de 30' próximo ao valor de campo e a distância média das observações realizadas em campo.

| Est. | P.V. | Ângulo | Distância | Diferença com 30' de erro | Média das distâncias observadas |
|------|------|--------|-----------|---------------------------|---------------------------------|
| A    | 1    | 73     | 9,81      | 0,29                      | 10,34                           |
|      |      | 73,5°  | 10,12     | 0,32                      |                                 |
|      |      | 74     | 10,46     | 0,33                      |                                 |
|      | 2    | 81     | 18,94     | 1,01                      | 21,32                           |
|      |      | 81,5°  | 20,07     | 1,13                      |                                 |
|      |      | 82     | 21,34     | 1,27                      |                                 |
|      | 3    | 84     | 28,54     | 2,21                      | 33,19                           |
|      |      | 84,5°  | 31,15     | 2,61                      |                                 |
|      |      | 85     | 34,29     | 3,13                      |                                 |
|      | 4    | 85,5   | 38,12     | 3,83                      | 45,22                           |
|      |      | 86°    | 42,90     | 4,78                      |                                 |
|      |      | 86,5   | 49,05     | 6,14                      |                                 |

No gráfico apresentado na Figura 03 foi demonstrado que quanto maior a distância menor a variação angular e maior é a diferença quando comete um erro de leitura de 30'. A Tabela 02 apresenta os valores angulares na terceira coluna e as distâncias correspondentes, quarta coluna, com suas respectivas diferenças quando comete um erro de 30' na leitura, quinta coluna. Na sexta coluna é apresentada a média das distâncias inferidas em campo.

Pela análise da tabela 03, verifica-se que os valores observados em campo estão dentro da variação de  $\pm 30'$  da leitura angular e que os ângulos correspondentes aos valores reais não são possíveis de ser mensurados, dada a menor graduação do coordenatógrafo, que é de 30'. Assim, para obter melhor resultado, é necessário utilizar um sistema que possibilite mensurar medidas angulares na casa de 1" e acoplar um sistema óptico para melhorar a pontaria.

### CONCLUSÕES

O coordenatoteodolito resulta da integração do conhecimento para desenvolver um instrumento que possibilite realizar a inferência da distância entre dois pontos.

Os resultados obtidos em campo demonstram a qualidade das medidas inferidas com este instrumento e a qualidade da metodologia utilizada para inferir a distância entre o ponto de estação e o ponto visado. As diferenças encontradas são relacionadas à graduação do coordenatógrafo e a qualidade da pontaria. Para obter melhores resultados, sugere-se o emprego de mecanismos capazes de efetuar medidas angulares na casa de 1" e acoplar um sistema óptico para melhorar a visada no ponto de observação.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

OBRAC 2015. **Regulamento da Olimpíada Brasileira de Cartografia 2015**. Disponível em: <[www.olimpiadadecartografia.uff.br/index.php/menu-vertical2/15-regulamento](http://www.olimpiadadecartografia.uff.br/index.php/menu-vertical2/15-regulamento)>. Acesso em: Setembro de 2015

OXERA CONSULTING LTD. **What is the economic impact of Geo service? Prepared for Google**. Disponível em: <[www.oxera.com/Latest-Thinking/Publications/Reports/2013/What-is-the-economic-impact-of-Geo-services.aspx](http://www.oxera.com/Latest-Thinking/Publications/Reports/2013/What-is-the-economic-impact-of-Geo-services.aspx)>. Acesso em: setembro de 2015.