



Medição do raio da Terra com auxílio de um teodolito eletrônico

Maura Vieira dos Santos Sousa
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – mauraallany07@hotmail.com.
Isaiane Rocha Bezerra
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – rochaisaiane@gmail.com.
Ronaldo Coelho Pereira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí – ronaldocoelho18@gmail.com.

Resumo: Ninguém jamais pensara em medir o tamanho de uma circunferência tão grande quanto a Terra, ninguém a não ser Eratóstenes. Há mais de dois mil anos ele foi o primeiro homem a descobrir as dimensões da Terra utilizando um método bem complexo na época, mas que hoje se torna um tanto mais simples, entretanto, outros pesquisadores já calcularam as dimensões da Terra utilizando outros métodos. Dessa forma o presente trabalho tem por objetivo calcular o raio do centro da Terra com dados obtidos com auxílio de um teodolito eletrônico à beira-mar. A partir dos dados coletados foi possível fazer a medição do raio da Terra com uma margem de erro de **2,07%** em relação ao raio equatorial e 1,96% em relação ao raio esférico.

Palavras chave: Medição; Raio da Terra; Teodolito; Eratóstenes.

1. Introdução

A forma e as dimensões de nosso planeta é um tema que vem sendo pesquisado ao longo dos anos em várias partes do mundo. Muitas foram as interpretações e conceitos desenvolvidos para definir qual seria a forma da Terra. Pitágoras em 528 a.C. introduziu o conceito de forma esférica para o planeta e, a partir daí, sucessivas teorias foram desenvolvidas até alcançarmos o conceito que é hoje bem aceito no meio científico internacional (CARVALHO e ARAUJO, 2008).

A superfície terrestre sofre frequentes alterações devido à natureza, onde estão presentes movimentos tectônicos, condições climáticas, erosão, etc., e a ação do homem. Portanto, uma esfera perfeita não serve para definir a forma sistemática da Terra. A fim de simplificar o cálculo de coordenadas da superfície terrestre foram adotadas algumas superfícies matemáticas simples, onde surgiu a primeira aproximação de uma esfera achatada nos pólos (CARVALHO e ARAUJO, 2008).

Como a Terra não é exatamente uma esfera perfeita, consideram-se três valores distintos, mas próximos, para o valor do seu raio natural. O raio polar de 6.357 km, o raio equatorial 6.378 km e o raio considerando uma esfera perfeita 6.371 km (SOARES, 2015). Relatos históricos mostram que o raio da Terra foi calculado primeiramente por volta de 246 a.C. pelo matemático e geógrafo grego Eratóstenes (276 – 196 a.C.) de Alexandria. Conhecendo a distância entre as cidades de Alexandria e Syene (800 km), a inclinação da incidência dos raios solares nas duas cidades num determinado dia do ano (solstício de verão no hemisfério norte) e aplicando o Teorema das Paralelas e regra de três simples, foi possível chegar ao resultado do comprimento do raio da Terra de 6.365 km (SOARES, 2015).

Segundo Soares, 2015 é possível realizar o cálculo do raio da Terra coletando os dados à beira-mar com o auxílio de um teodolito eletrônico, onde é possível ver a linha do horizonte.



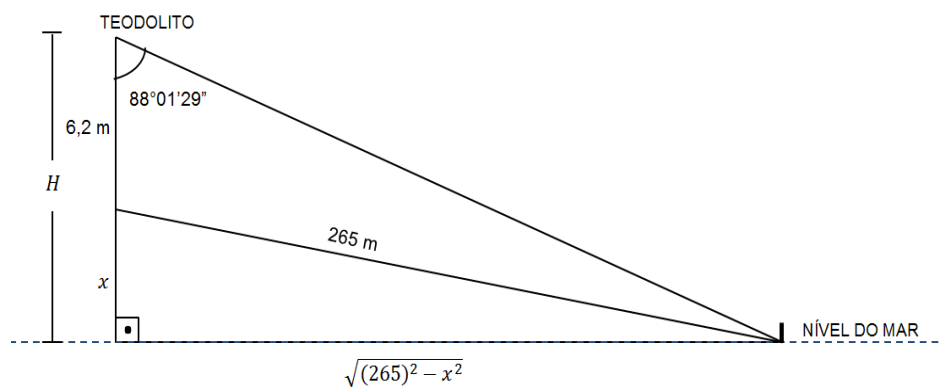
Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo calcular o raio do centro da terra seguindo essa metodologia. A atividade experimental foi realizada na cidade de Luís Correia-PI.

2. Procedimentos Metodológicos

Em um primeiro momento, o professor apresentou os materiais necessários (teodolito, trena, calculadora científica e bloco de notas) para a realização da atividade experimental. Em seguida, deu orientações de instalação e nivelamento do teodolito e de como fazer as medições dos ângulos utilizando o objeto. Com os dados anotados, a medida do raio da Terra foi obtida através de equações matemáticas.

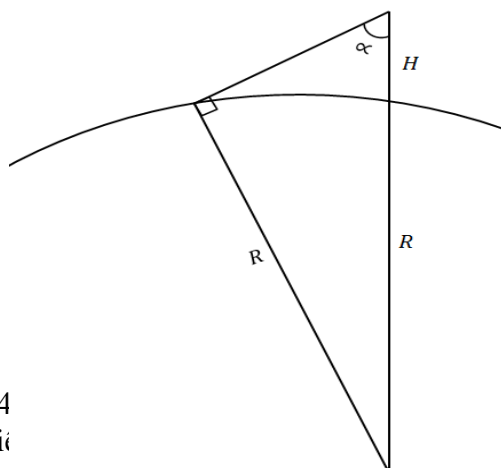
Para a realização do experimento, o teodolito foi instalado na base de uma guarita próxima à praia a fim de melhorar a visualização da linha do horizonte, e fixada uma estaca à beira-mar para ser medida a distância até o mar (guarita-estaca).

Com a trena foram medidas a altura do centro do teodolito à base da guarita (h), e a distância da base da guarita até uma estaca à beira-mar (d). O teodolito foi utilizado nas medições dos ângulos, o primeiro formado pelo centro da base do teodolito e a estaca ($\theta = 88^{\circ}01'29''$), e o segundo ângulo formado pelo centro da base do teodolito e a linha do horizonte ($\alpha = 89^{\circ}04'19''$). A altura x correspondente à base da guarita ao nível do mar (Figura 01) foi obtida pela equação 01.



(Fig. 01)

Fonte: Própria do autor, 2018.



(Fig.02)



Fonte: Própria do autor, 2018.

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{\sqrt{d^2 - x^2}}{h + x} \quad (\text{Eq. 01})$$

Com o valor de x encontrado, foi possível obter o valor do raio da Terra através da Equação 02:

$$R = \frac{H \cdot \operatorname{sen} \alpha}{1 - \operatorname{sen} \alpha} \quad (\text{Eq. 02})$$

3. Resultados e discussões

A altura x foi encontrada pela Equação 01 que ao ser manipulada torna-se uma equação do segundo grau e substituindo os dados tem-se que uma das raízes é igual a 2,94, logo $x = 2,94 \text{ m}$. A partir da Equação 02, e sendo conhecido o valor $H = x + h$, resultou em $H = 9,14 \text{ m}$, resolveu-se a equação obtendo $R = 6.248,40 \text{ km}$. O valor R encontrado por meio da atividade experimental é relativamente próximo ao valor do raio equatorial definido pela International Astronomical Union – IAU (6.378 km) e ao raio oficial da terra considerando esta uma esfera perfeita (6.771 km). O erro na medição em relação ao raio equatorial foi de 2,07% e em relação ao raio esférico foi de 1,96%.

Esse erro em ambas as comparação pode ser atribuído a fatores ambientais como: a constante variação do nível do mar, o relevo levemente acidentado correspondente ao percurso d , desnivelamento do instrumento em função do vento, distorções óticas na aferição do ângulo causadas pela forte incidência de raios luminosos, entre outros. Como também a fatores humanos como a falta de atenção e pouca perícia para manusear os equipamentos, podendo assim resultar em erros nas etapas do processo experimental.

4. Considerações finais

Através da atividade experimental foi possível fazer a medição do raio do centro da terra por um método alternativo que difere da literatura, com uma margem de erro de 2,07% em relação ao raio equatorial e 1,96% em relação ao raio esférico. Essa margem de erro pode ser atribuída a fatores climáticos como também falha humana durante a coleta de dados.

5. Referências

CARVALHO, E. A. de; ARAUJO, P.C.de. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas**. Natal, RN: EDUFRN, c2008, p 248.



O. DOLCE, J. N. P. **Fundamentos da Matemática Elementar: Geometria espacial, posição e métrica.** v. 10, ed. 5, editora Atual, 2010.

SAMPAIO, A. C. F.; JESUS, C. M. R. **A Primeira Determinação do Comprimento da Circunferência da Terra.** CIT Valo XII - NQ 4 - 4Q .1995

SOARES, R. A. L. **Cálculo do raio da terra utilizando um teodolito eletrônico: uma atividade extraclasse.** Natal, RN 2015.