

Generalizando o Método de Eratóstenes

Giovanna L. da Silva¹ José A. Salvador²

DM/UFSCar, São Carlos, SP

A determinação da localização terrestre e a medição das dimensões do planeta sempre representaram desafios para a astronomia antiga. Neste trabalho, abordamos, de forma clara e intuitiva, os conceitos de latitude e meridiano local, destacando suas relações com a Matemática. Também apresentamos, de forma didática, o método clássico de Eratóstenes e sua generalização para estimar a circunferência da Terra.

Para determinar as coordenadas na superfície terrestre, é importante compreender os sistemas de referência utilizados, que são fundamentais para a navegação e para a medição do planeta [1].

O meridiano local corresponde à direção dos polos celestes. A latitude local λ pode ser determinada a partir da altura do polo celeste elevado em relação ao horizonte [2]. São apresentadas diferentes formas para encontrar o meridiano e a latitude local, assim como métodos para estimar a medida da Terra por meio de atividades práticas que utilizam a sombra de um gnômon vertical.

A determinação do meridiano local pode ser feita pela observação da direção do polo celeste ou usando um gnômon vertical, fazendo a bissetriz das suas sombras de mesmo tamanho pela manhã e à tarde em um mesmo dia.

Durante o equinócio (de outono ou primavera), a latitude local pode ser determinada a partir da medição do ângulo λ , equação (1), formado entre um gnômon vertical e o raio solar que incide sobre sua extremidade.

$$\lambda = \arctan \left(\frac{\text{sombra do gnômon}}{\text{tamanho do gnômon}} \right). \quad (1)$$

A latitude em um dia fora do equinócio é dada pela equação (2):

$$\lambda = 90^\circ - h_\odot \pm \delta_\odot, \quad (2)$$

onde h_\odot é a medida da altura máxima do Sol e δ_\odot é a declinação solar.

O matemático grego Eratóstenes (276 a.C. - 194 a.C.) desempenhou um papel importante ao estimar o raio da Terra, comparando a incidência dos raios solares ao meio dia em duas cidades distintas. Seu experimento, realizado durante o solstício de verão, como na Figura 1(a), serviu de base para futuras medições geográficas [3].

Em seu modelo, ele usou regra de três e considerou as seguintes hipóteses:

- A Terra era esférica;
- O Sol era muito maior que a Terra e estava tão distante que seus raios chegavam paralelos;
- As cidades de Alexandria e Siena estavam no mesmo meridiano, pois em ambas a hora era a mesma;
- Ângulos alternos internos congruentes.

¹giovannalopes@estudante.ufscar.br

²jasalvador@ufscar.br

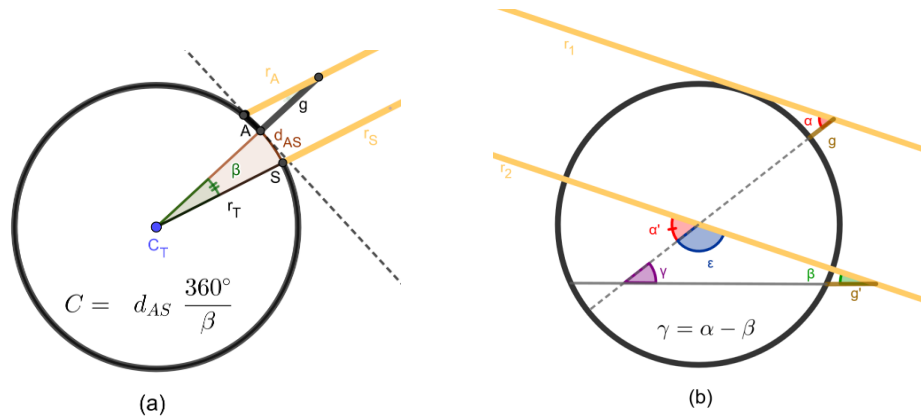


Figura 1: Método de Eratóstenes e generalização. Fonte: Autores.

Neste estudo, apresentamos uma generalização que possibilita a reprodução do método em diferentes épocas do ano, mesmo quando os raios solares não incidem paralelamente sobre os dois gnômons, conforme ilustrado na Figura 1(b).

Também desenvolvemos um material didático voltado para a Educação Básica com atividades práticas. Propomos a reprodução do experimento de Eratóstenes usando instrumentos simples, como estaca, régua, esfera e aplicativos de localização. Assim, podemos explorar na prática os conceitos de latitude, meridianos e cálculo da circunferência da Terra.

As medidas no planeta, desde os tempos gregos até as novas tecnologias, refletem a continuidade do interesse humano em determinar as dimensões da Terra e melhorar as técnicas de navegação [4]. O estudo dessas técnicas não apenas evidencia a engenhosidade dos antigos filósofos, mas também ressalta a relevância da Matemática na compreensão e modelagem do mundo ao nosso redor.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2024/10717-4.

Referências

- [1] R. Boczek. **Conceitos de Astronomia**. 1a. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1998. ISBN: 8521200757.
- [2] K. Kepler Filho. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. ISBN: 8588325233.
- [3] J. A. Salvador. “Ciências e Matemática do Sol e do Gnômon”. Em: **Brazilian Electronic Journal of Mathematics** 2 (2020), pp. 63–82. DOI: 10.14393/BEJOM-v1-n2-2020-53719.
- [4] J. C. V. Salvador J. A. e Sampaio. **Sobre a Matemática das Medidas no Planeta Terra: Dos Gregos às Novas Tecnologias**. Online. Acessado em 09/04/2025, https://www.dm.ufscar.br/eventos/vi_htem/caderno_de_resumos_VI_HTEM.pdf.