

## Cálculo Diferencial e Integral: um kit de sobrevivência "Sistema de Coordenadas Geográficas"

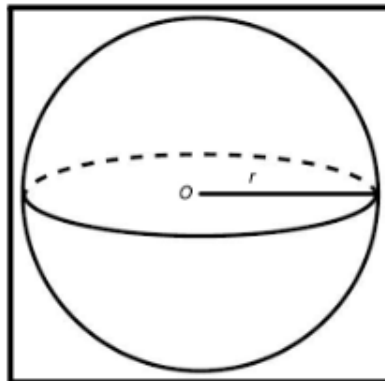
Eloísa Gabrieli Alves dos Santo  
Geovanna Cordeiro dos Santos  
Manuela Cristina Souza Brito  
Thauane Goulart  
Orientadora: Prof.<sup>ª</sup> Dr. Laís Fonseca.

### O que são as coordenadas geográficas?

Para definirmos as coordenadas geográficas, é crucial refletirmos sobre o cenário em que vivemos. Partiremos analisando o planeta Terra, que possui formato geoide, mas neste contexto focaremos na configuração de esfera. A compreensão da figura tridimensional é fundamental para determinarmos o que é um sistema de coordenadas geográficas.

Podemos dizer que uma esfera é determinada por um ponto fixo do espaço tridimensional, chamado centro (ou origem) da esfera, e um número positivo chamado raio. A esfera é o conjunto formado por todos os pontos cuja distância ao centro é equivalente ao raio ou menor do que ele. Veja abaixo uma figura que ilustra o que descrevemos:

Figura 01: imagem de uma esfera que identifica a origem e o raio.



Fonte: <https://descomplica.com.br/d/vs/aula/esferas/>

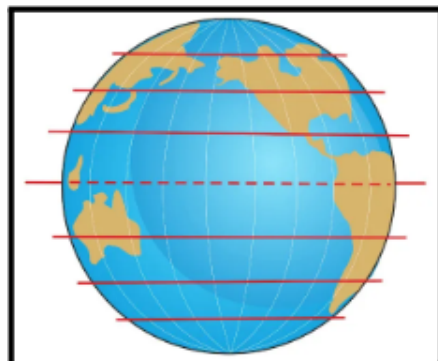
A parte que iremos enfatizar será os elementos que uma esfera possui, que são:

- Superfície esférica: é a parte formada por todos os pontos do espaço que estão a uma mesma distância (o valor do raio) do centro (O) da esfera.
- Polos: são os dois pontos extremos da esfera.
- Paralelos: são as circunferências formadas pela intersecção da superfície esférica com qualquer plano perpendicular ao eixo de rotação.
- Meridianos: são as circunferências formadas pela intersecção da superfície esférica com qualquer plano que contém o eixo de rotação.

Temos ciência de alguns dos membros da esfera tridimensional, mas não acaba por aqui. Vamos prosseguir realizando as analogias com o que já vimos anteriormente. Sabemos então que o planeta Terra é considerado esférico, portanto ele possui uma superfície esférica, a qual chamamos de terra ou solo. Os pontos desse conjunto podem ser localizados através de linhas imaginárias, conceitualizado por sistema de coordenadas geográficas.

Paralelos são sucessões de pontos imaginários sobre o planeta Terra, formando linhas imaginárias horizontais, sucedendo uma volta completa sobre o globo terrestre. A evidência para tal nome é cometido por serem linhas paralelas à linha do Equador. Com estas definições, temos que, conforme se aproxima dos polos e se aumenta a distância à linha do Equador, os paralelos ficam cada vez menores. Podemos ainda dizer que os paralelos têm o objetivo de comportar uma expressão para as latitudes. A Figura 02 mostra o que acabamos de dizer:

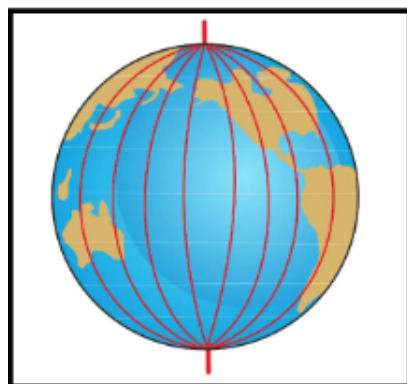
Figura 02: Imagem da representação do globo terrestre com paralelos norteando-o.



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/coordenadas-geograficas.htm>

Os meridianos são rastros de pontos imaginários seguindo uma delimitação verticalmente sobre o planeta Terra, sendo assim perpendicular aos paralelos. Os meridianos trazem um meio círculo e se encontram, todos, nos dois polos terrestres, tendo como referência o mesmo tamanho. O objetivo dos meridianos é constatar as longitudes. Os meridianos são importantes também para a definição dos fusos horários da Terra. Observe a Figura 03:

Figura 03: imagem da representação do globo terrestre com seus meridianos.



Fonte: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/coordenadas-geograficas.htm>

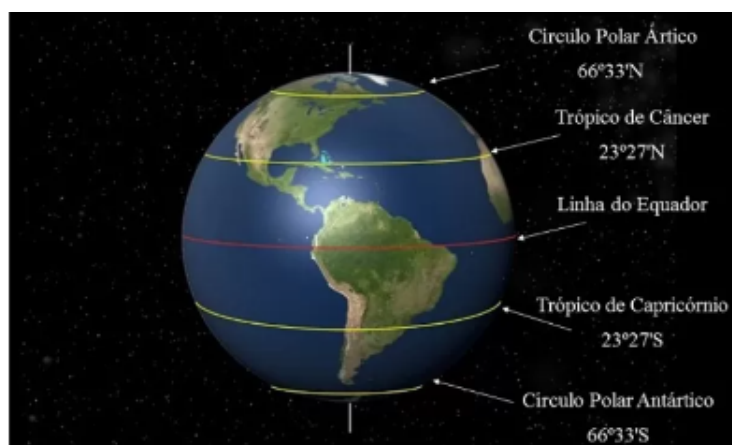
Ao utilizarmos o GPS para compreendermos a localização de determinado lugar, recorreremos às coordenadas geográficas para conhecermos exatamente o ponto. Para sabermos a localização desse ponto, precisamos da interseção de um meridiano e um paralelo.

As coordenadas geográficas são medidas em graus, minutos e segundos. Um grau corresponde a 60 minutos e um minuto corresponde a 60 segundos. À vista disso, temos dois tipos de coordenadas geográficas:

**Latitude:** é a distância em graus medida entre qualquer ponto da superfície terrestre e a linha do Equador, que circunda o planeta Terra, dividindo-o em hemisfério norte (N) ou hemisfério sul (S), e que corresponde ao paralelo de 0° de latitude. As latitudes variam de 0 a 90°, tanto ao Norte quanto ao Sul. Além da Linha do Equador, outros paralelos importantes são: Círculo Polar Ártico, Trópico de Câncer, Trópico de Capricórnio e Círculo Polar Antártico.

**Longitude:** é a distância em graus medida entre qualquer ponto da superfície terrestre e o Meridiano de Greenwich. A longitude varia de 0° a 180°, no hemisfério leste (L) ou no hemisfério oeste (O). Os valores das longitudes são considerados negativos a oeste de Greenwich (hemisfério ocidental) e positivos a leste de Greenwich (hemisfério oriental). A Figura 04 mostra o que acabamos de dizer:

Figura 04: imagem da representação do globo terrestre com o Círculo Polar Ártico, Trópico de Câncer, Linha do Equador, Trópico de Capricórnio e Círculo Polar Antártico.



Fonte: <https://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/05/tropicos-meridianos-e-circulos-entenda-linhas-que-cortam-terra.html>

À vista disso, as coordenadas geográficas são de extrema importância para nos situarmos no planeta Terra, e a Matemática está fortemente envolvida nesse sistema de coordenadas.

### Quem criou e quando foram criadas as coordenadas geográficas?

As coordenadas geográficas tiveram seu início com os antigos Impérios Babilônico e Fenício. A falta de recursos e referências para se localizar tornou-se um problema para a civilização daquela época. Com isso, criaram-se maneiras de se orientar e, com o passar do tempo, foram se desenvolvendo até hoje.

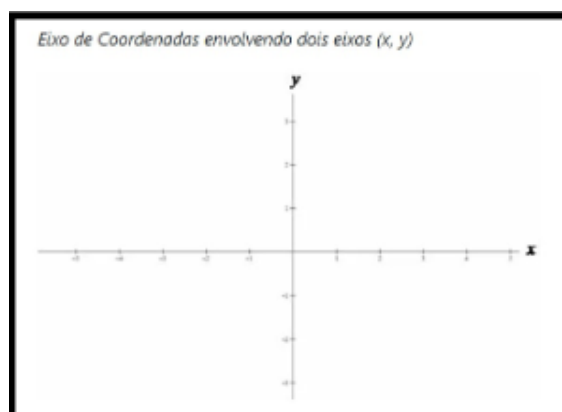
O surgimento das expressões “latitude” e “longitude” deu-se no século III a.C., com o astrônomo Hiparco. Já no século XVII, com o avanço da navegação e da exploração marítima, a necessidade de coordenadas geográficas precisas se tornou ainda mais evidente.

### Qual a relação das coordenadas geográficas com a matemática?

Na matemática, empregamos um sistema de coordenadas que possibilita a determinação precisa de qualquer ponto em um plano ou espaço. Esse sistema, conhecido como Plano de Coordenadas Cartesianas, permite a representação gráfica de funções e a criação de novas formas geométricas por meio de técnicas de resolução gráfica.

O Eixo de Coordenadas é constituído por dois eixos, denominados x e y, proporcionando uma representação bidimensional.

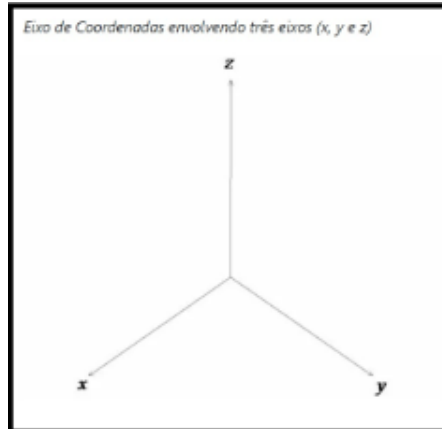
Figura 05: Eixo de coordenadas envolvendo dois eixos (x,y).



Fonte: Coordenadas de Localização Absoluta - Brasil Escola

Além disso, para análises tridimensionais, incorporamos um terceiro eixo, z, expandindo o sistema de coordenadas para o espaço tridimensional.

Figura 06: Eixo de coordenadas envolvendo três eixos (x,y,z).



Fonte: Coordenadas de Localização Absoluta - Brasil Escola

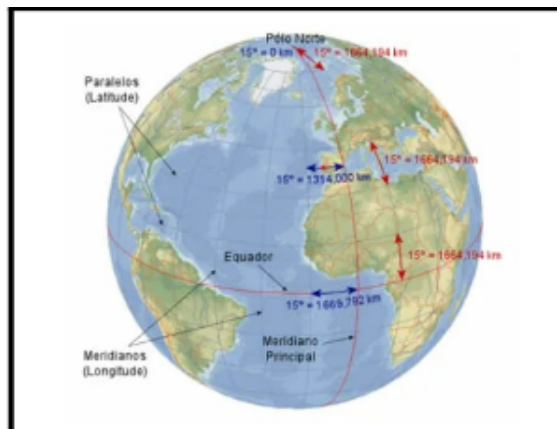
No contexto geográfico cotidiano, utilizamos um sistema de localização baseado nos pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste), colaterais (nordeste, noroeste, sudoeste e sudeste) e subcolaterais, dependendo da bússola. No entanto, esse sistema fornece apenas a direção, não a localização precisa.

Para obtermos localizações exatas, estabelecemos dois eixos imaginários na esfera terrestre: a linha do Equador (horizontal) e o meridiano de Greenwich (vertical), como mencionado anteriormente.

A unidade convencional de localização global é o grau e, para maior precisão, utilizamos submúltiplos do grau, como minutos e segundos. Notavelmente, 1° (grau) equivale a 60' (minutos) e 1' (minuto) corresponde a 60" (segundos).

Ao considerarmos elementos como latitude e longitude, acrescentamos um parâmetro adicional referente à elevação acima do nível do mar, denominado altitude. Portanto, qualquer ponto na esfera terrestre é caracterizado por três coordenadas: Latitude, Longitude e Altitude.

Figura 07: imagem do planeta Terra demonstrando os paralelos e meridianos.



Fonte: Coordenadas de Localização Absoluta - Brasil Escola

Por exemplo, a cidade de Curitiba, capital do estado do Paraná, possui as seguintes coordenadas de localização terrestre aproximadas:

- Latitude: 25°25'48" Sul do Equador.
- Longitude: 49°16'15" Oeste de Greenwich.
- Altitude: 945 metros acima do nível do mar.

## Coordenadas geográficas e suas aplicações

As coordenadas geográficas são de extrema importância para que nos situemos no dia a dia.

O cálculo para o fuso horário é possível por meio da rotação do planeta Terra. A Terra leva aproximadamente 24 horas para realizar uma volta completa em torno do seu próprio eixo, realizando um movimento de  $360^\circ$ . Com isso, dividimos a circunferência ( $360^\circ$ ) pelo número de horas por dia (24), para termos como resultado  $15^\circ$ .

O fuso horário se estrutura através da divisão do mundo em 24 partes e cada uma delas equivale à longitude de  $15^\circ$ . Considerando isso, podemos afirmar que a Terra leva uma hora para percorrer  $15^\circ$ . Assim, temos que cada fuso é equivalente a uma hora e, à medida que nos locomovemos para outras partições, o horário se altera.

O nosso ponto de referência é o meridiano de Greenwich, marcando  $0^\circ$  e sendo considerado o ponto de início dos fusos. Por isso, temos o padrão GMT, sigla para “Greenwich Mean Time”, cujo significado em português é Tempo Médio de Greenwich. O planeta é dividido em hemisférios oeste e leste, de  $0^\circ$  a  $180^\circ$  equivalentemente aos dois hemisférios. Se nos deslocarmos para oeste, diminuímos uma hora a cada faixa de  $15^\circ$  avançada e, se nos deslocarmos para leste, somamos uma hora a cada faixa de  $15^\circ$  de deslocamento.

Buscamos trazer aqui um exemplo para praticarmos. Veja:

**Exemplo:** Marília terminou a graduação em matemática na Universidade de Brasília, a  $45^\circ$  de longitude a oeste de Greenwich, e pretende realizar o mestrado na University of Rome Tor Vergata, localizada na cidade de Roma, a  $15^\circ$  a leste do meridiano de Greenwich. Ela vai sair de Brasília às 17h e calculou que o tempo da viagem será de 11h. Que horas Marília chegará ao seu destino?

Para resolver o exemplo, vamos seguir três passos:

- **Identificar os fusos:** dividimos as longitudes da cidade de origem e destino por  $15^\circ$ , já que cada fuso possui  $15^\circ$  de longitude:  
Cidade de origem:  $-45^\circ$  dividido por  $15^\circ = -3$  GMT.  
Cidade do destino:  $15^\circ$  dividido por  $15^\circ = 1$  GMT.
- **Calcular a diferença:** esse passo é bem intuitivo, pois vamos considerar o fuso do destino e subtrair com o da origem:  
 $1$  GMT -  $(-3)$  GMT =  $4$  GMT.
- **Verificar o sentido:** Marília vai do oeste para o leste, com isso vamos somar os fusos em relação ao horário de origem com o tempo de viagem determinado pela Marília:  $17$ h (hora do local de partida) +  $4$ h (diferença entre os fusos) +  $11$ h (tempo de viagem) =  $32$  horas. Dividindo por  $24$  horas, obtemos  $8$ h. Nesse sentido Marília chegará em Roma às  $08$ h.

Agora que compreendemos o que é um sistema de coordenadas geográficas, reforçamos os conceitos através de um problema, que se encaixa perfeitamente nas situações que vivemos diariamente. Abaixo, temos a situação-problema que criamos.

**Problema elaborado para a pesquisa:**

**Situação-problema:** De acordo com o Índice de desenvolvimento humano (IDH), Maringá ocupa a  $23^\circ$  posição, com uma das melhores colocações em relação aos municípios do Brasil, podendo ser comparada com o IDH das cidades europeias. Maringá foi fundada em 1947 e possui uma elogiada preservação ambiental. Com isso, ela conseguiu a  $3^\circ$  posição dos municípios mais populosos do estado, de acordo com o censo demográfico de 2022. Com todas essas informações, falta sabermos a localização exata da cidade arborizada, ou seja, queremos saber a latitude e longitude de Maringá-PR. Para encontrar, utilize mapas ou Google Maps e tome como ponto de referência o centro de Maringá, mais precisamente a catedral.

Podemos então, recorrer ao auxílio do Google Maps, demonstrado na figura abaixo.

Figura 08: Imagem representativa de uma região central de Maringá-PR.



Fonte: Imagem Google Maps - Maringá.

Para conseguir ver centralizado o nosso ponto, basta pesquisar no Google Maps o local exato e optar pelo modo satélite, depois disso, clique no referencial que deseja. A figura abaixo reflete o que solicitamos.

Figura 09: Imagem de satélite de Maringá.



Fonte: Imagem Google Maps - Maringá.

Note que ao definirmos o nosso ponto, o próprio aplicativo calcula a latitude e longitude do nosso referencial, demarcado pela cor azul, logo na parte inferior da Figura 9.

Concluimos então que a latitude de Maringá é  $23^{\circ}25'34.4''$ S e a longitude,  $51^{\circ}56'18.2''$ O. Essa foi uma das formas de encontrarmos as coordenadas geográficas, mas poderíamos ter optado pelo mapa, apesar de ser mais trabalhoso.

Através deste problema, conseguimos perceber que o sistema de coordenadas geográficas pode estar relacionado a vários momentos do nosso cotidiano. E o surpreendente é que, com o avanço da tecnologia, podemos calcular as coordenadas e obter um ponto de referência rapidamente.

## Referências

- [1] FILHO, P. S; A. G. Conhecendo Maringá. **Pgm.** Disponível em: <http://www.pgm.uem.br/maringa/maringa.htm>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- [2] GUIMARÃES, C. Hiparco de Nicéia (190 a.C -120 a.C). **Unicentro.** Disponível em: <https://www3.unicentro.br/petfisica/2021/07/16/hiparco-de-niceia-190-a-c-120-a-c/>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- [3] GUITARRARA, P. Coordenadas Geográficas. **Brasil Escola**, 2007. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/coordenadas-geograficas.htm>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- [4] GUITARRARA, P. Linha do Equador. **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/linha-equador.htm>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- [5] GUITARRARA, P. Meridiano de Greenwich. **Mundo Educação**, 2015. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/meridiano-greenwich.htm>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- [6] GUITARRARA, P. Fuso horário. **Brasil Escola**, 2007. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/fusohorario.htm>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- [7] MARCIANO, E. A esfera é uma figura geométrica espacial de corpo arredondado. Conheça as partes da esfera e as fórmulas de área e volume. **Escola Educação**, 2020. Disponível em: <https://escolaeducacao.com.br/esfera/>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- [8] NOÉ, M. Coordenadas de Localização Absoluta. **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/matematica/coordenadas-localizacao-absoluta.htm>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- [9] Coordenadas geográficas: histórico, funções e utilização. **Estude Prisma**, 2023. Disponível em: <https://estudeprisma.com/a/coordenadas-geograficas>. Acesso em: 13 fev. 2024.
- [10] Dados Geográficos de Curitiba. **Curitiba.** Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/servicos/dados-geograficos-de-curitiba/92>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- [11] OLIVEIRA, D. Como achar longitude e latitude usando Google Maps rapidamente. **Youtube**, 2022. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gS-BAMxyhDo>. Acesso em: 22 fev. 2024
- [12] PENA, R. Como calcular fusos horários? **Mundo Educação**, 2013. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/como-calcular-fusos-horarios.htm>. Acesso em: 22 fev. 2024.
- [13] Trópicos, meridianos e círculos,entenda as linhas que cortam a terra. **Globo Ciência**, 2013. Disponível em:<https://redeglobo.globo.com/globociencia/noticia/2013/05/tropicos-meridianos-e-circulos-entenda-linhas-que-cortam-terra.html> . Acesso em: 17 ago. 2024.