

# **Sistemas de coordenadas**

## Parte A

Para definir um sistema de coordenadas, é necessário especificar 3 coisas:

- 1) a localização da origem

Para definir um sistema de coordenadas, é necessário especificar 3 coisas:

- 1) a localização da origem
- 2) a orientação dos três eixos

Para definir um sistema de coordenadas, é necessário especificar 3 coisas:

- 1) a localização da origem
- 2) a orientação dos três eixos
- 3) os parâmetros que definem a posição de um ponto

Os sistemas de coordenadas utilizados aqui são **terrestres** porque são fixos na Terra e rotacionam junto com ela.

Os sistemas de coordenadas utilizados aqui são **terrestres** porque são fixos na Terra e rotacionam junto com ela.

Estes sistemas podem ser **geocêntricos** ou **topocêntricos**. A diferença básica é a localização da origem.

Sistemas terrestres **geocêntricos**  
têm origem próxima ao centro da  
Terra.

Sistemas terrestres **geocêntricos**  
têm origem próxima ao centro da  
Terra.

Sistemas terrestres **topocêntricos**  
têm origem em um ponto localizado  
sobre a superfície da Terra ou  
próximo à ela.



Os sistemas de coordenadas terrestres utilizados aqui são:

Os sistemas de coordenadas terrestres utilizados aqui são:

**Sistema geocêntrico de coordenadas Cartesianas**

Os sistemas de coordenadas terrestres utilizados aqui são:

**Sistema geocêntrico de coordenadas Cartesianas**

**Sistema geocêntrico de coordenadas geodésicas**

Os sistemas de coordenadas terrestres utilizados aqui são:

**Sistema geocêntrico de coordenadas Cartesianas**

**Sistema geocêntrico de coordenadas geodésicas**

**Sistema geocêntrico de coordenadas esféricas**

**Os sistemas de coordenadas terrestres utilizados aqui são:**

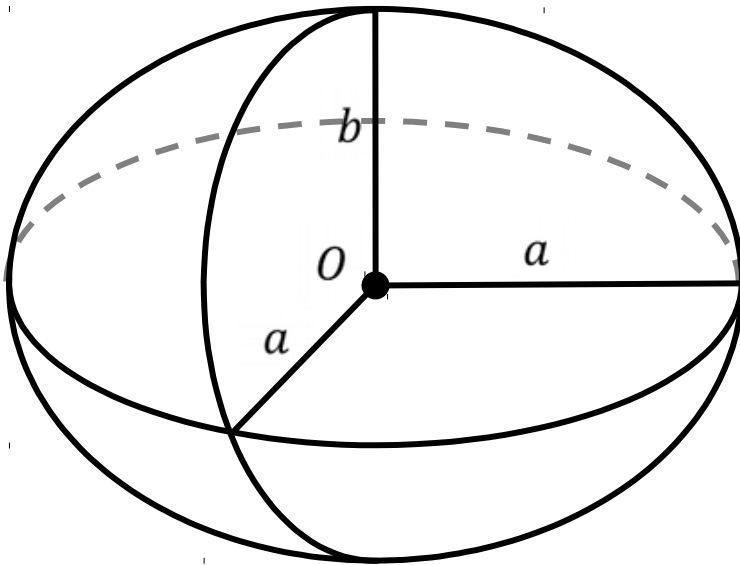
**Sistema geocêntrico de coordenadas Cartesianas**

**Sistema geocêntrico de coordenadas geodésicas**

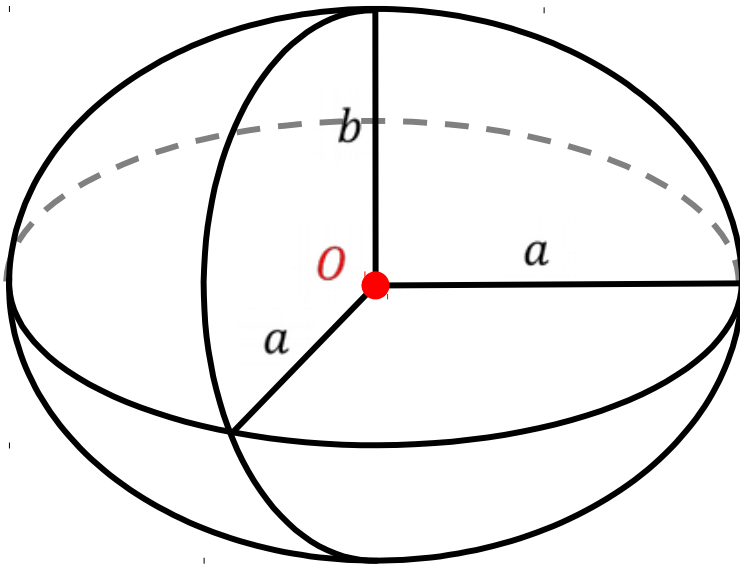
**Sistema geocêntrico de coordenadas esféricas**

**Sistema topocêntrico de coordenadas  
Cartesianas**

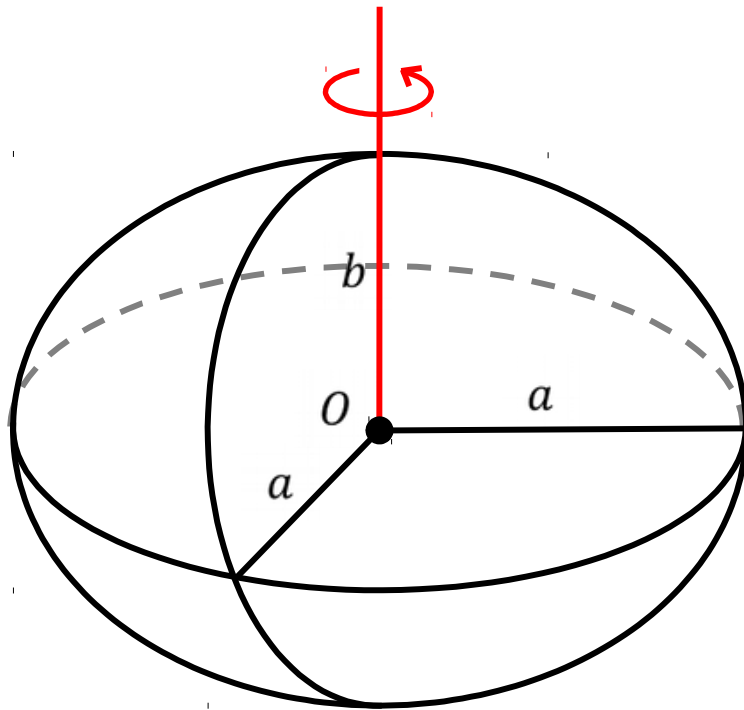
Considere um elipsoide  
de revolução com  
semieixo menor  $b$  e  
semieixo maior  $a$



Considere um elipsoide  
de revolução com  
semieixo menor  $b$  e  
semieixo maior  $a$



Origem no centro de  
massa da Terra

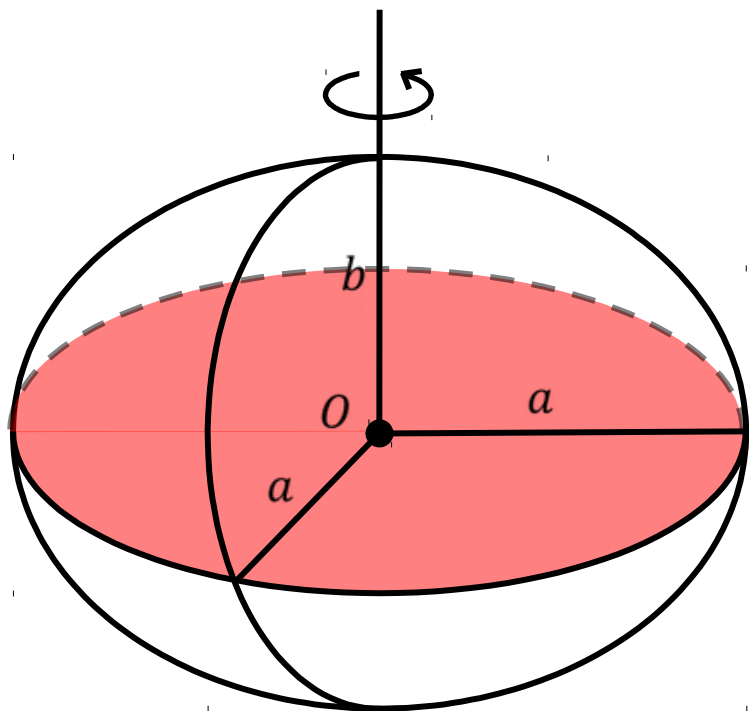


Considere um elipsoide  
de revolução com  
semieixo menor  $b$  e  
semieixo maior  $a$

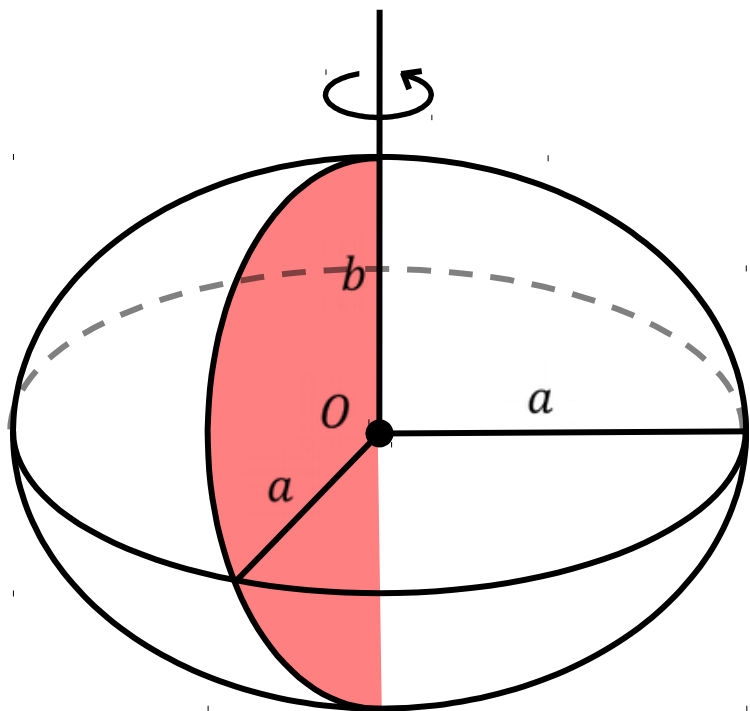
Origem no centro de  
massa da Terra

Semieixo menor  
coincidente com o eixo  
médio de rotação da  
Terra

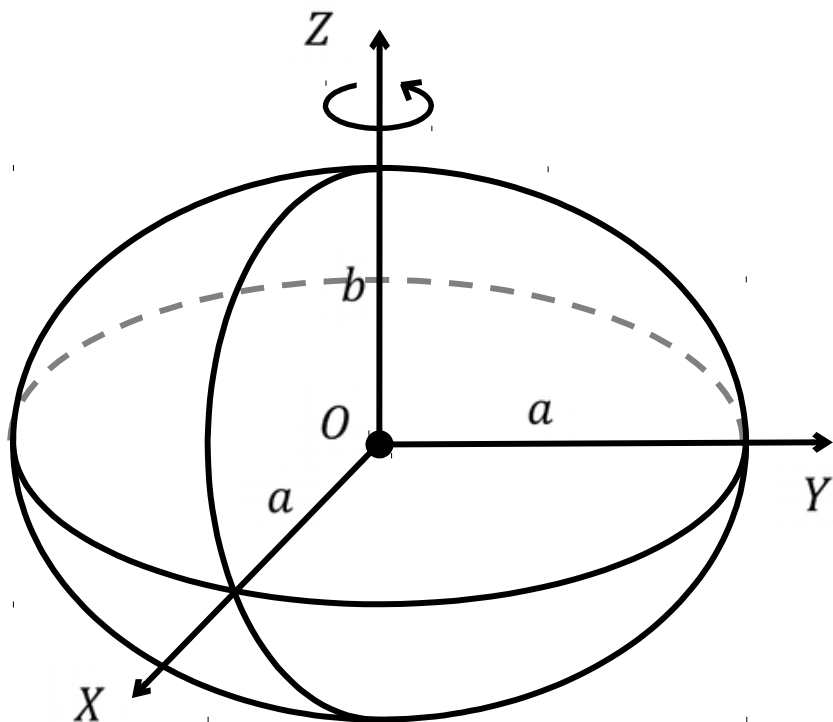




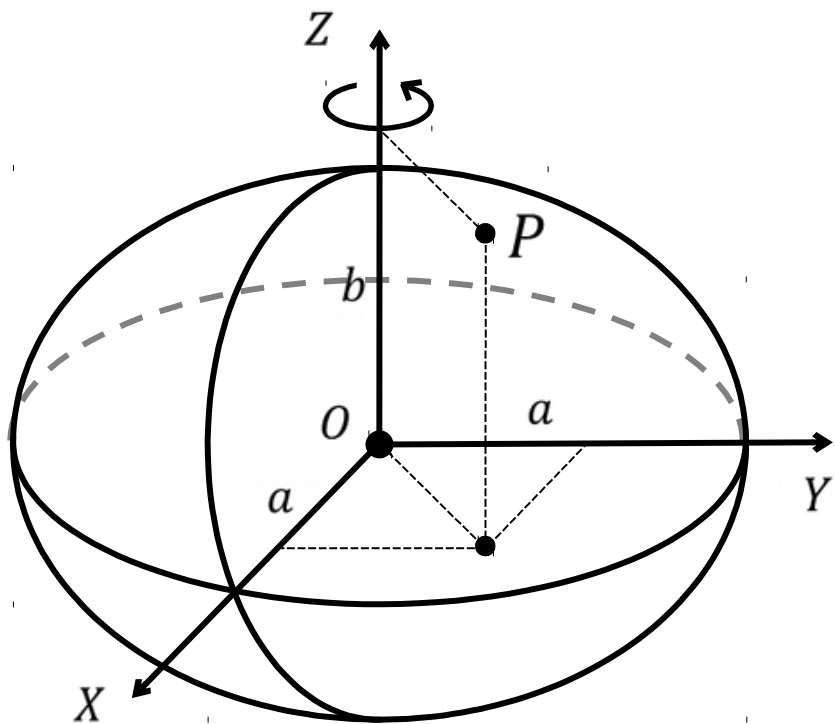
Plano equatorial  
médio



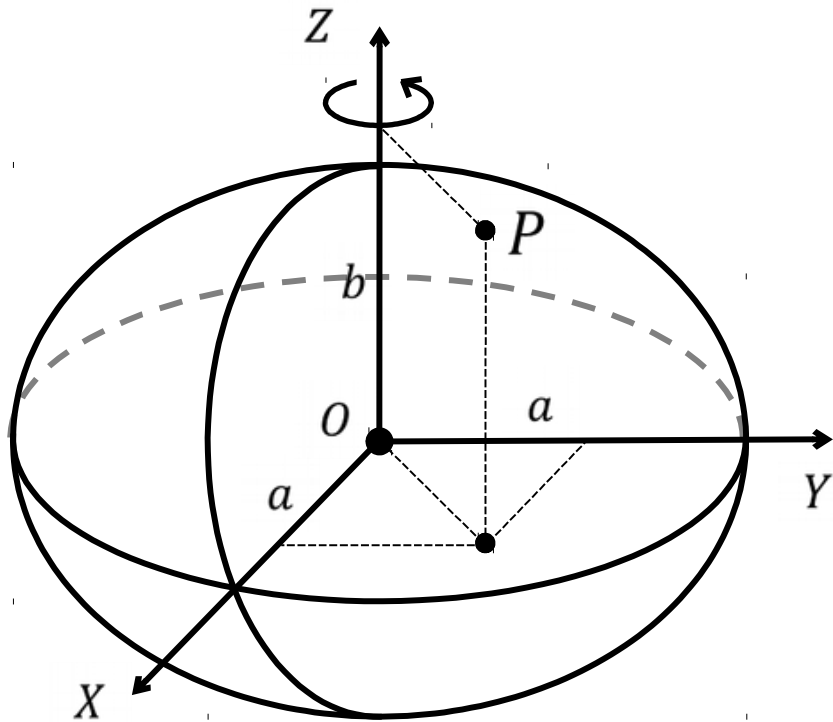
Meridiano de  
referência



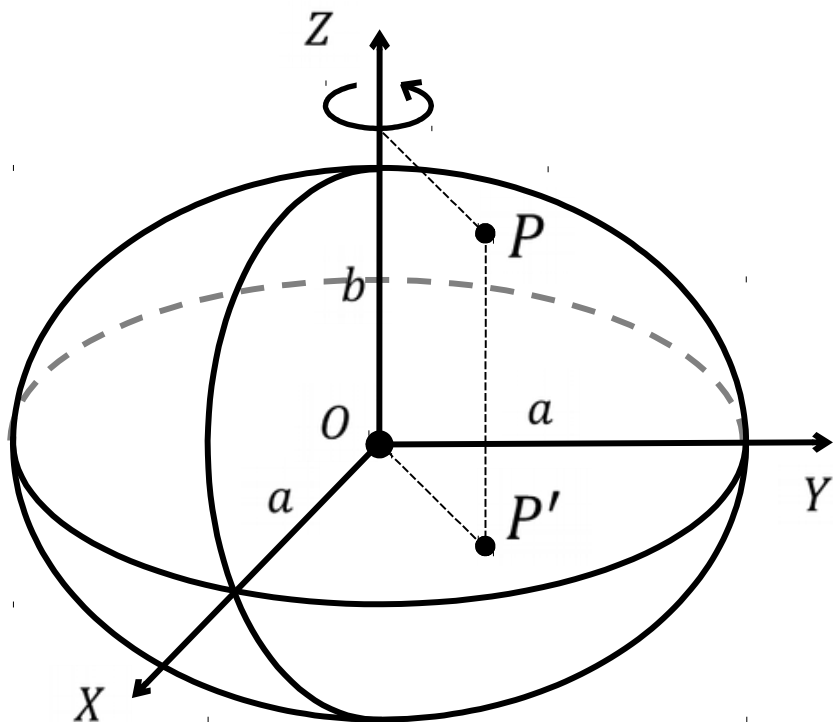
Considere um sistema de coordenadas Cartesianas com origem no centro de massa da Terra, eixo  $Z$  coincidente com o eixo médio de rotação e eixos  $X$  e  $Y$  contidos no plano equatorial médio



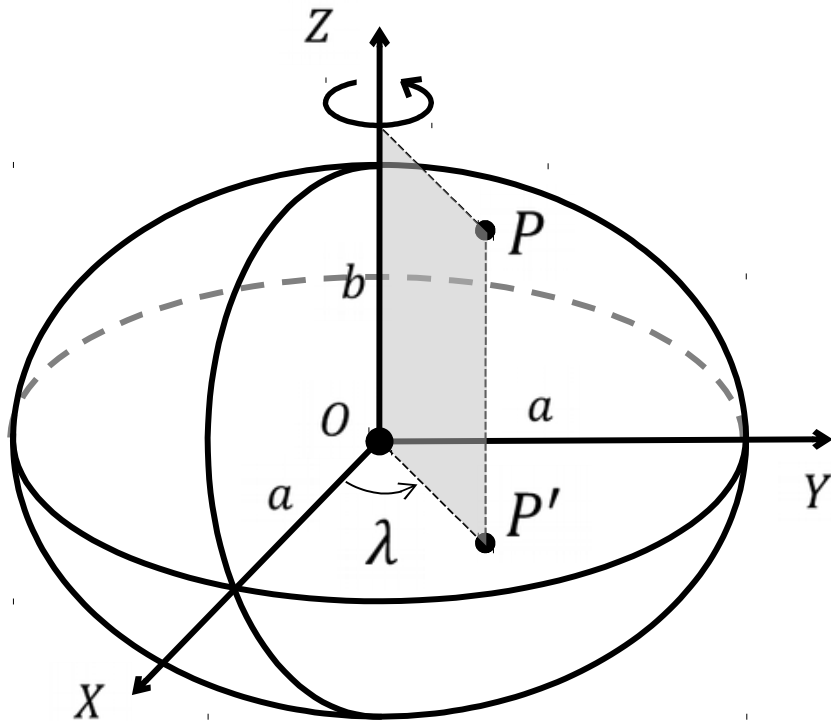
Neste sistema, um  
ponto  $P$  possui  
coordenadas  
Cartesianas  
 $(X, Y, Z)$



Este é o **Sistema geocêntrico de coordenadas Cartesianas** ou **Sistema Cartesiano geocêntrico**

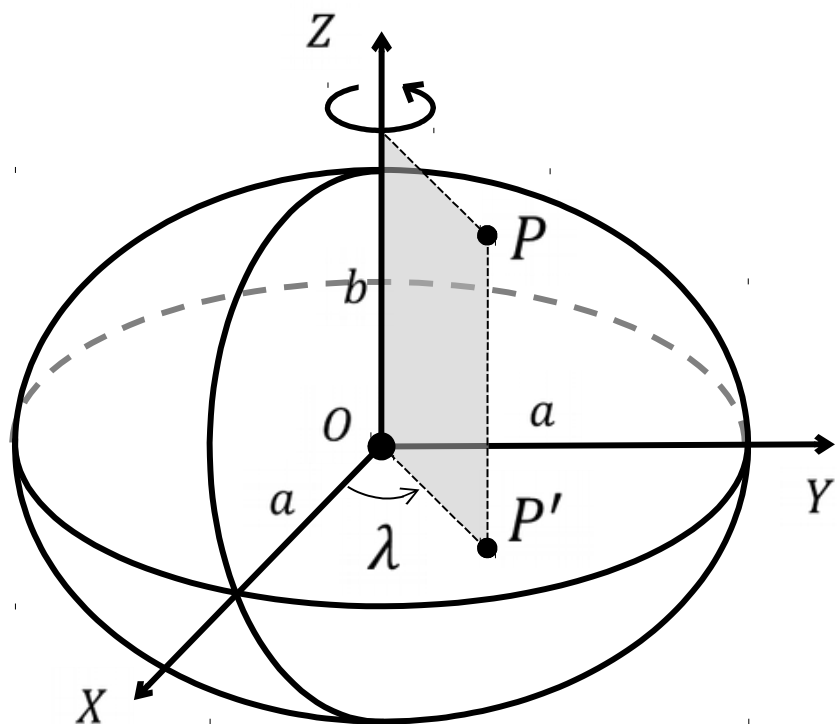


Agora, considere a  
projeção  $P'$  do ponto  $P$   
sobre o plano  
equatorial.



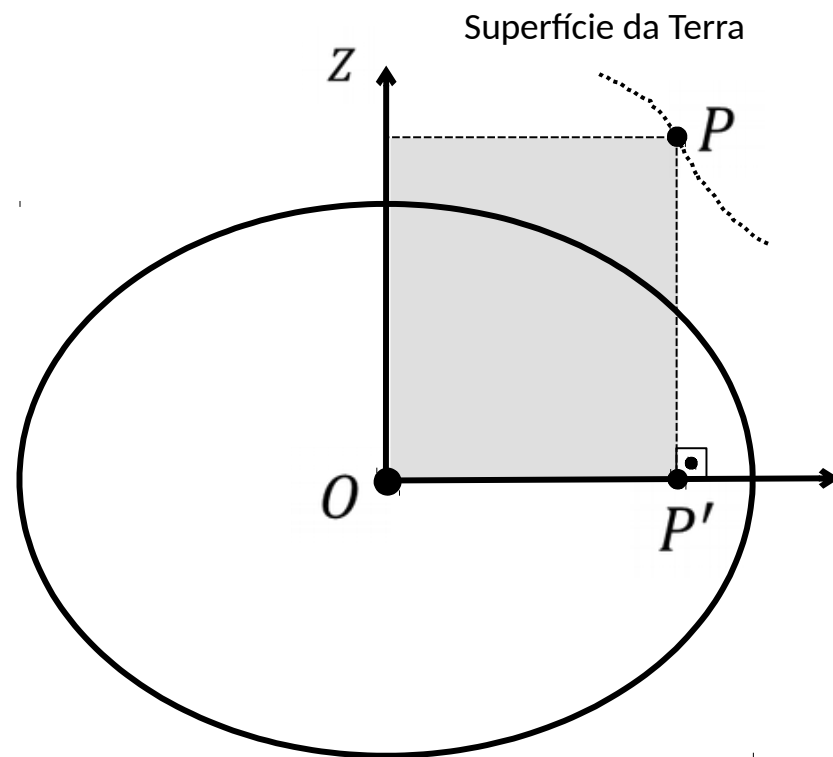
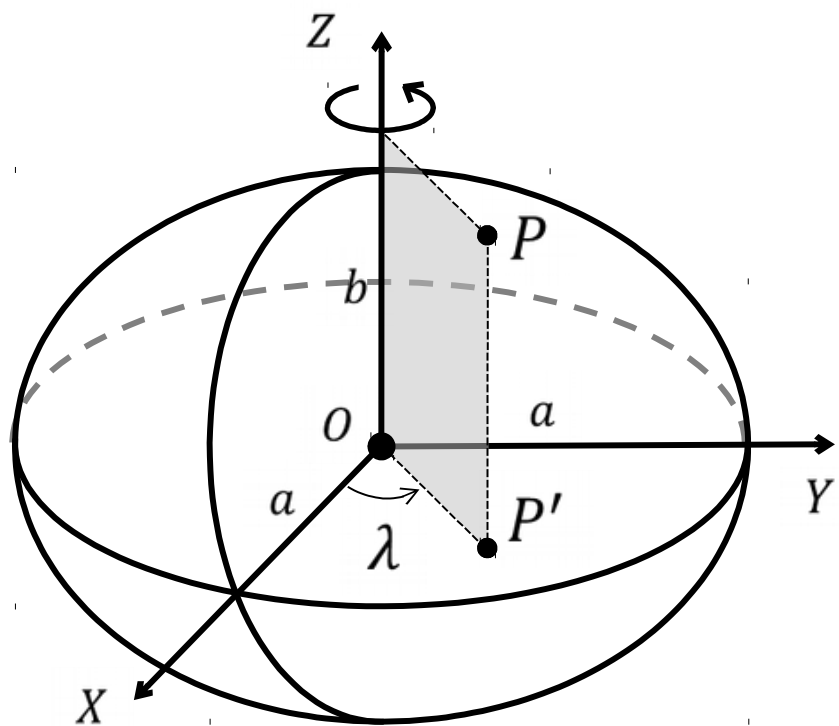
Agora, considere a projeção  $P'$  do ponto  $P$  sobre o plano equatorial.

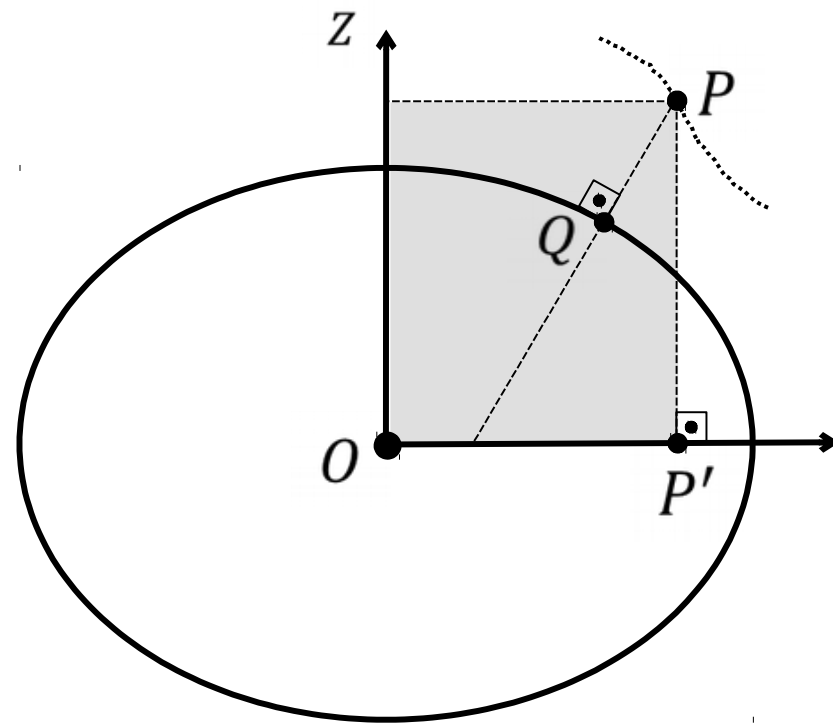
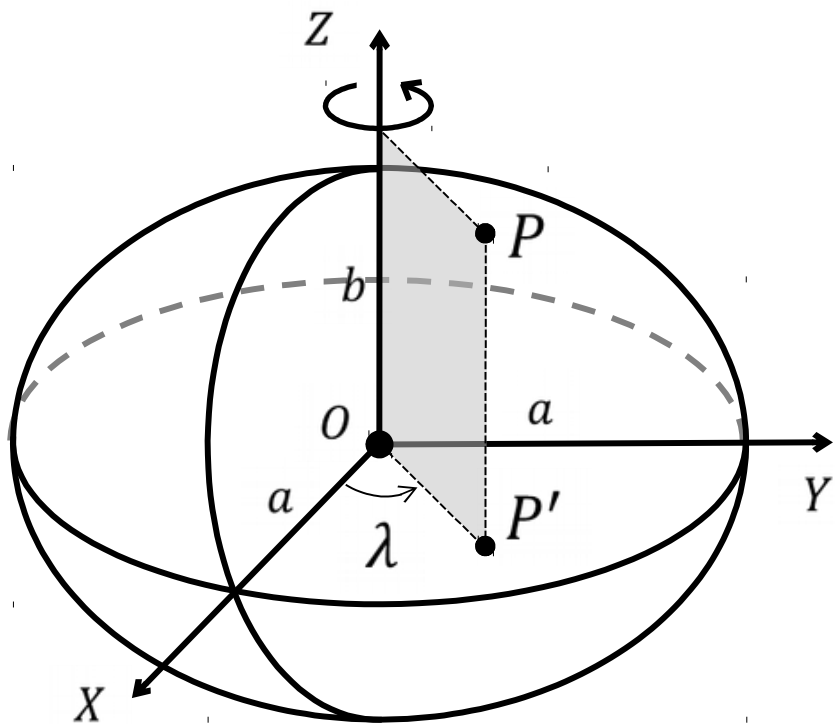
O ângulo  $\lambda$  entre o plano meridiano (representado em cinza) e o eixo  $X$  é denominado longitude geodésica.



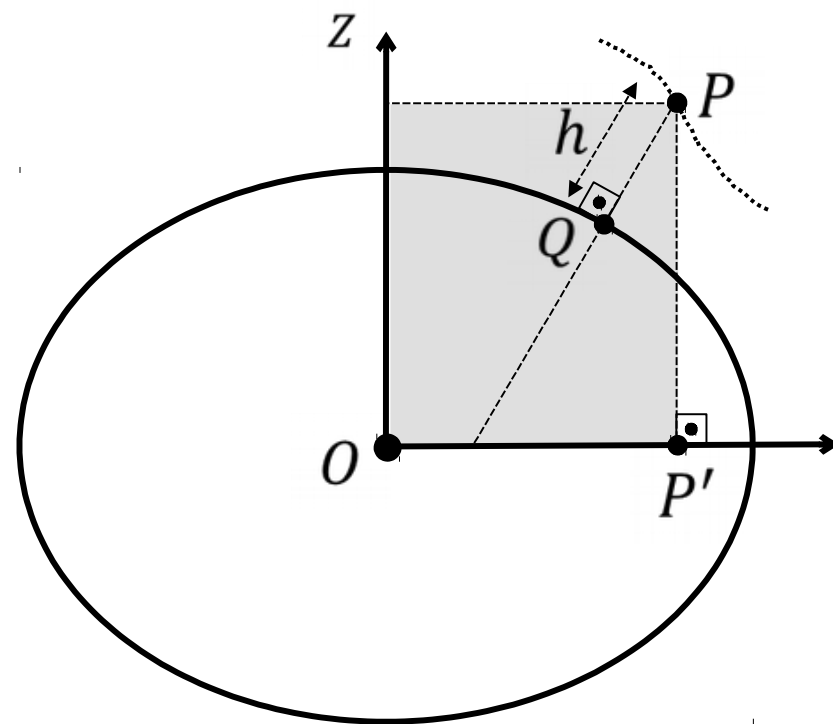
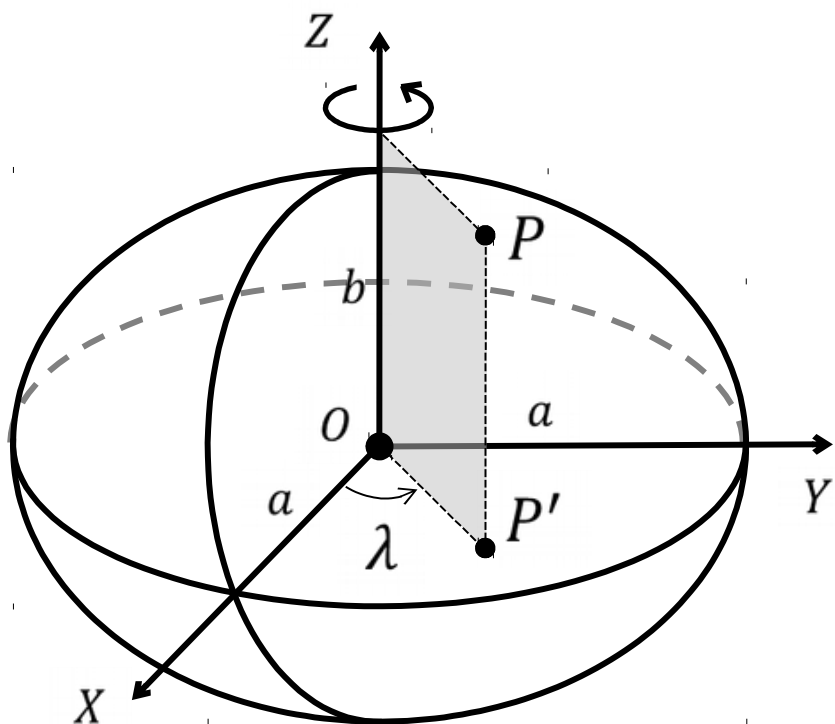
Considere o plano  
meridiano que contém  
 $P$ ,  $P'$  e  $O$ .



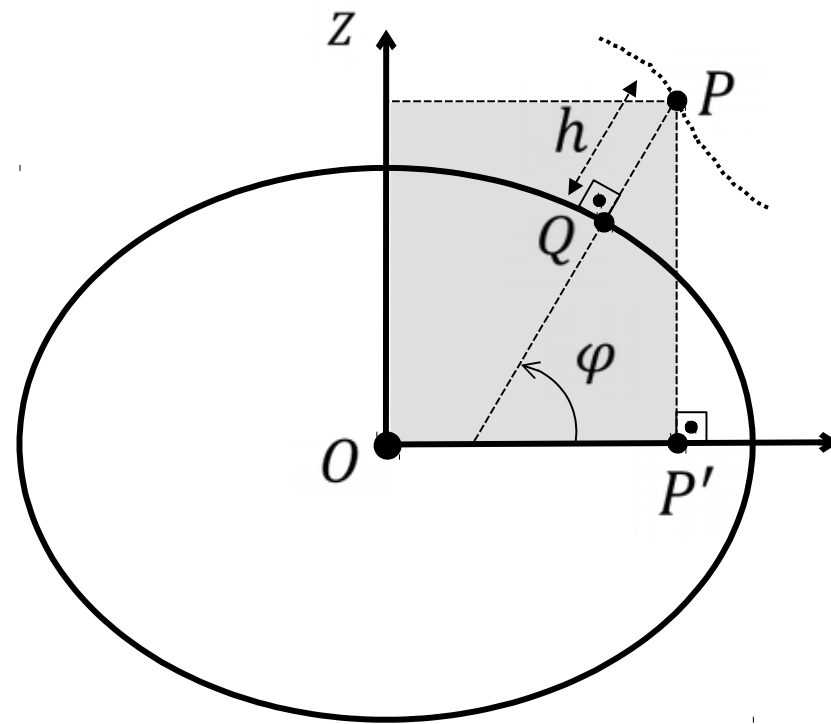
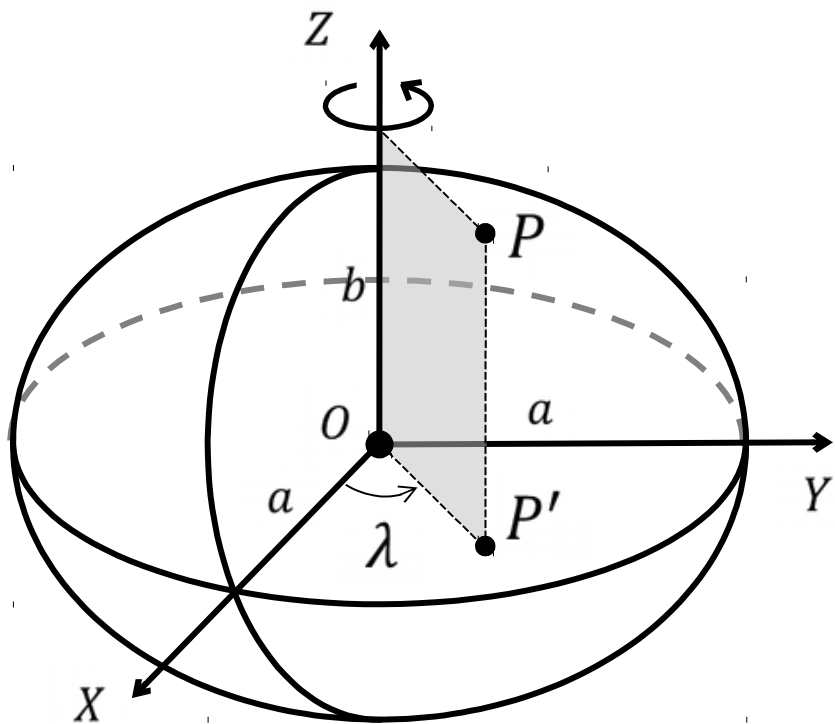




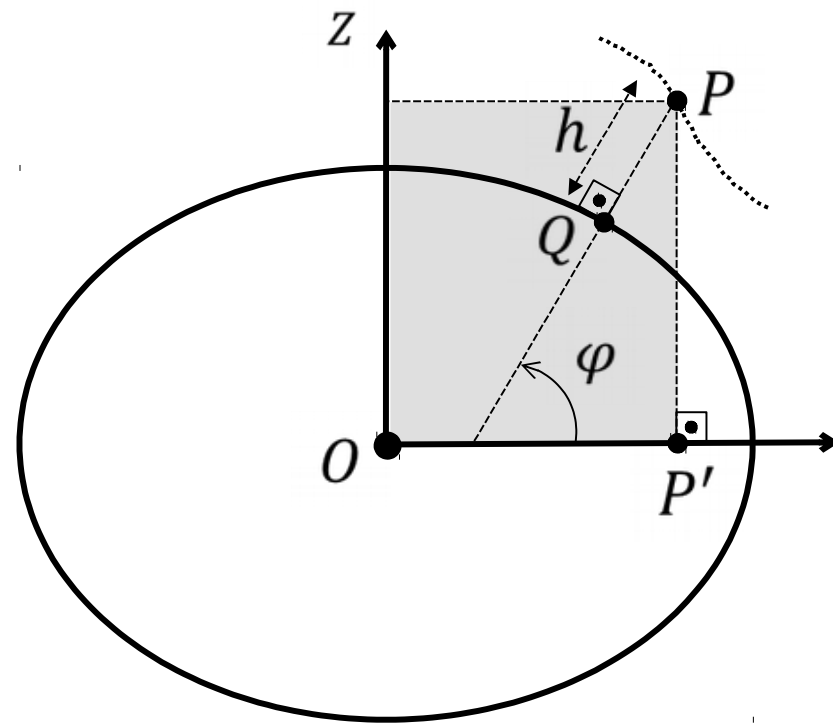
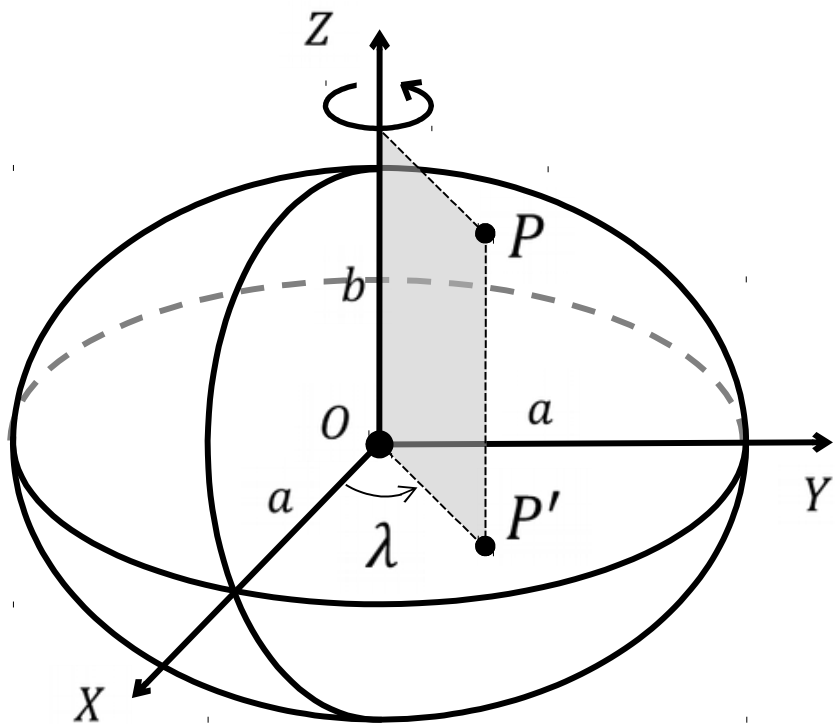
Considere uma linha que passa por  $P$  e é perpendicular à superfície do elipsoide. Esta linha intercepta o elipsoide no ponto  $Q$ .



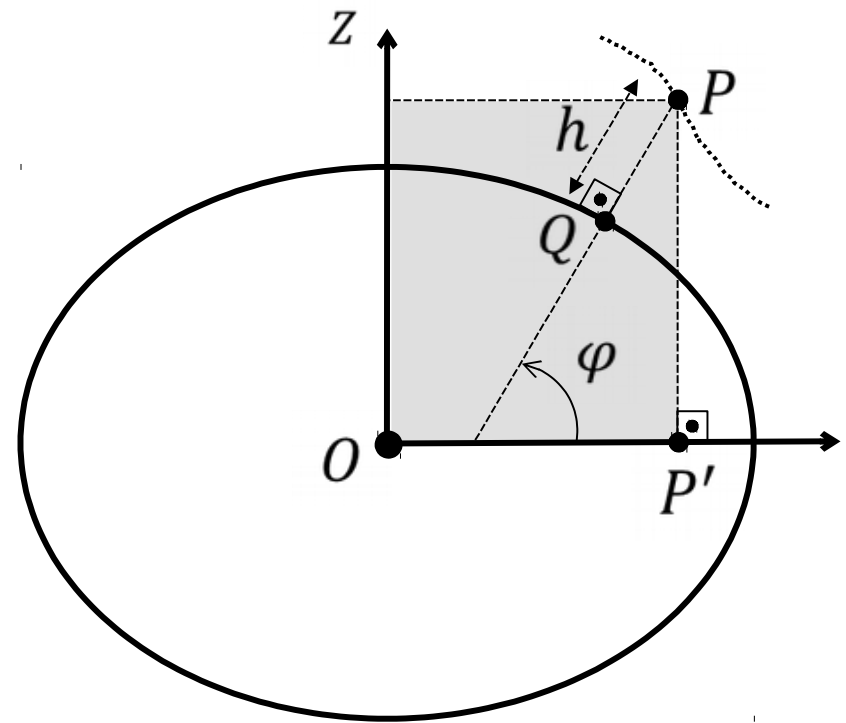
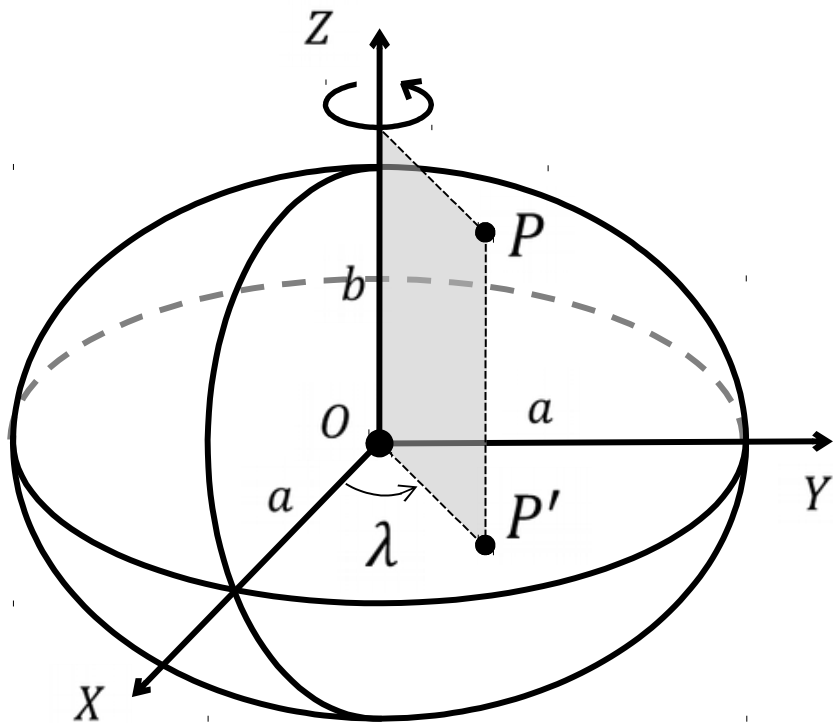
A distância  $h$  da superfície do elipsoide até o ponto  $P$ , contata ao longo da linha  $PQ$  é denominada altitude geométrica.



O ângulo  $\varphi$  entre o plano equatorial e a linha  $PQ$  é denominado latitude geodésica.



Observe que é possível determinar a posição do ponto  $P$  utilizando as coordenadas  $(h, \varphi, \lambda)$ .



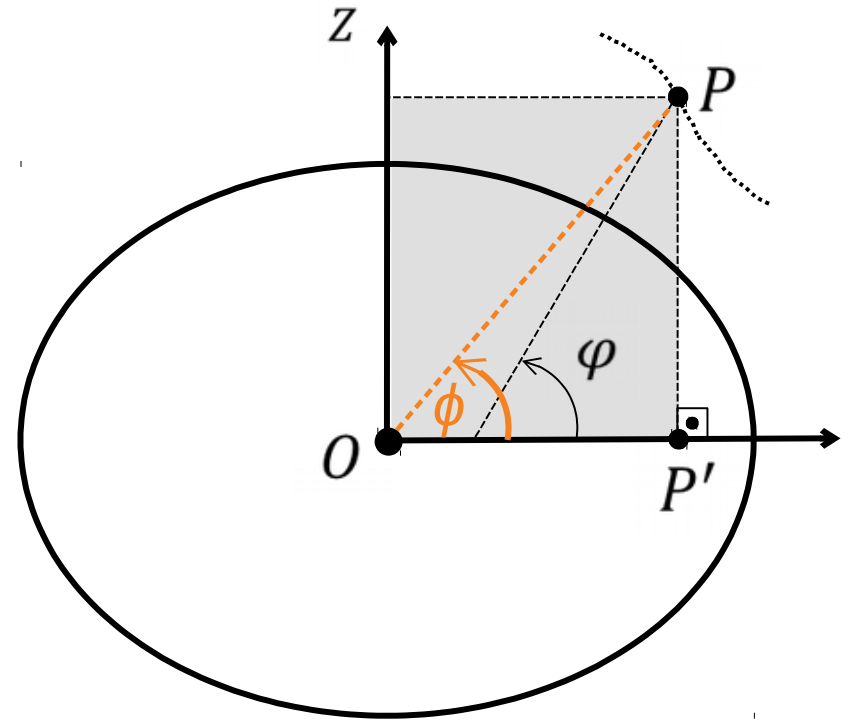
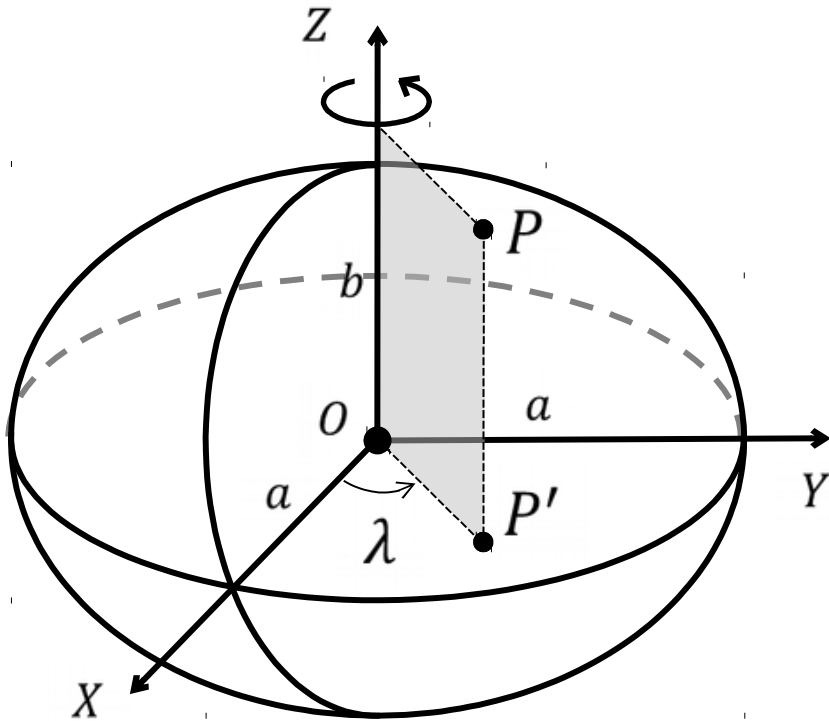
Este é o **Sistema geocêntrico de coordenadas geodésicas** ou **Sistema geodésico**

Rapp (1993)

Hofmann-Wellenhof e Moritz (2005)

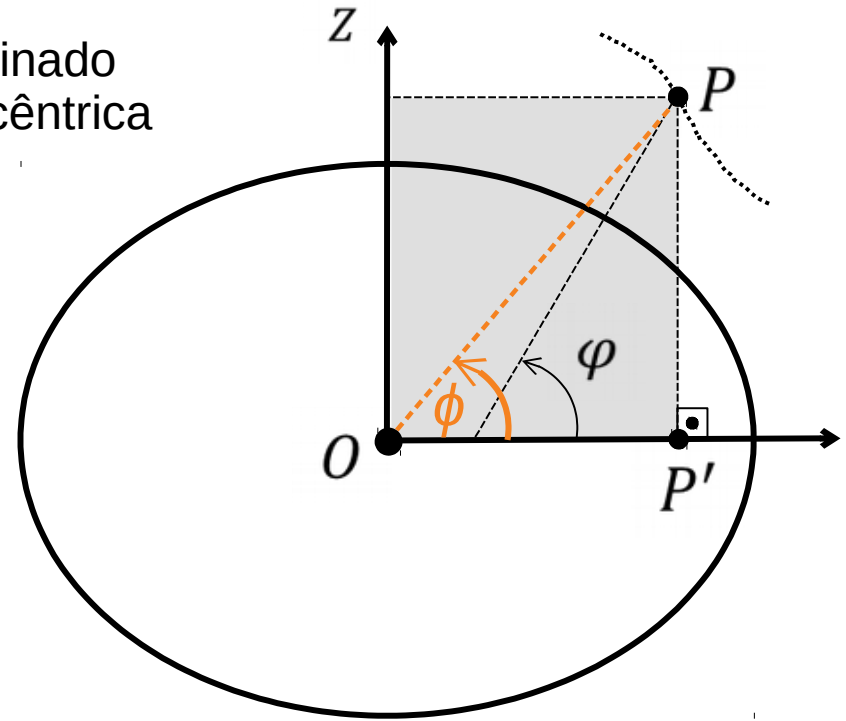
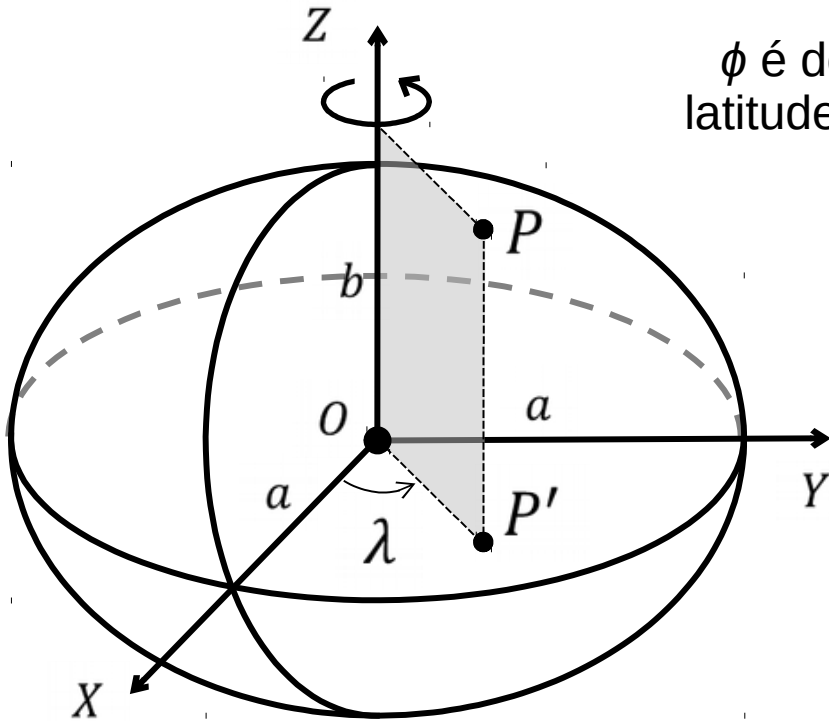
Jekeli (2012)

Considere agora que a latitude é definida pelo ângulo  $\phi$  entre o plano equatorial e a linha  $OP$



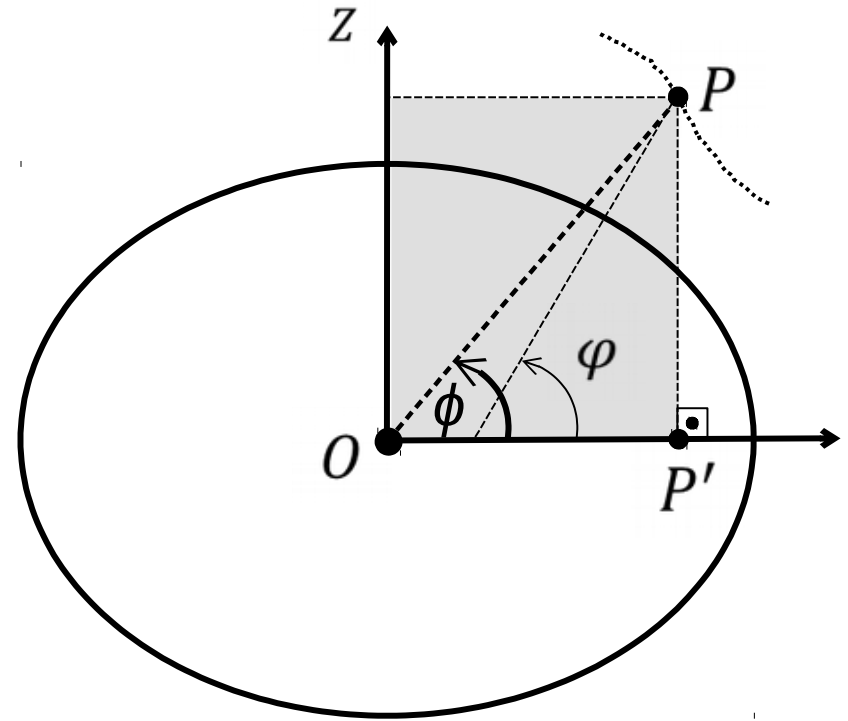
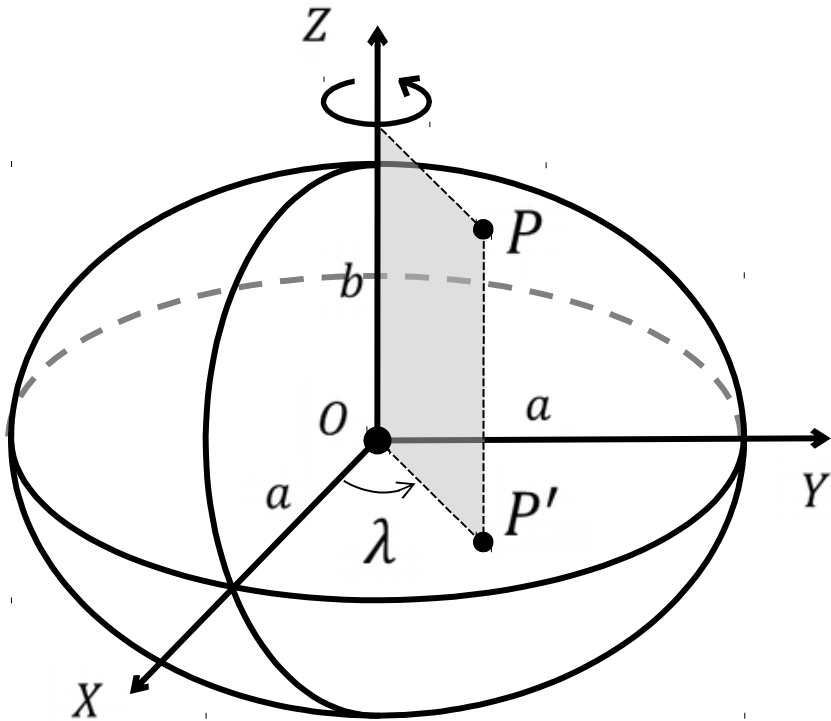
Considere agora que a latitude é definida pelo ângulo  $\phi$  entre o plano equatorial e a linha  $OP$

$\phi$  é denominado latitude geocêntrica



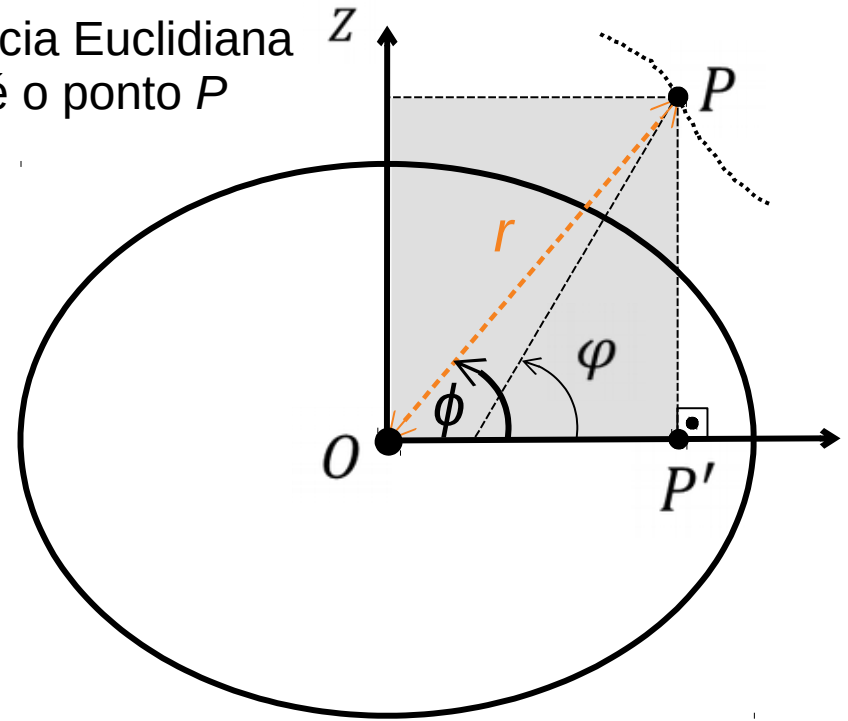
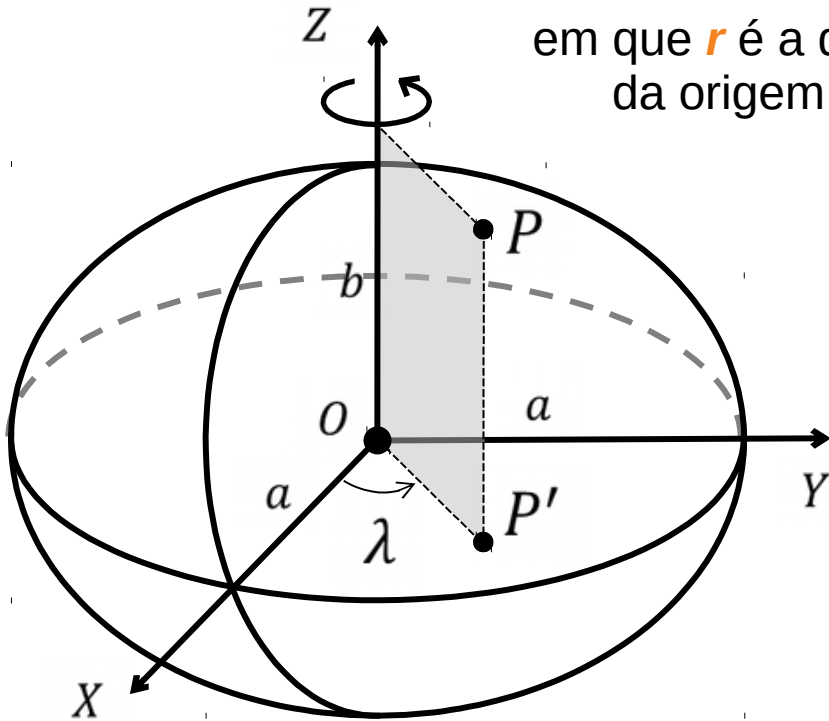


Dessa forma, a posição do ponto  $P$   
pode ser definida pelo parâmetros  
 $(r, \phi, \lambda)$



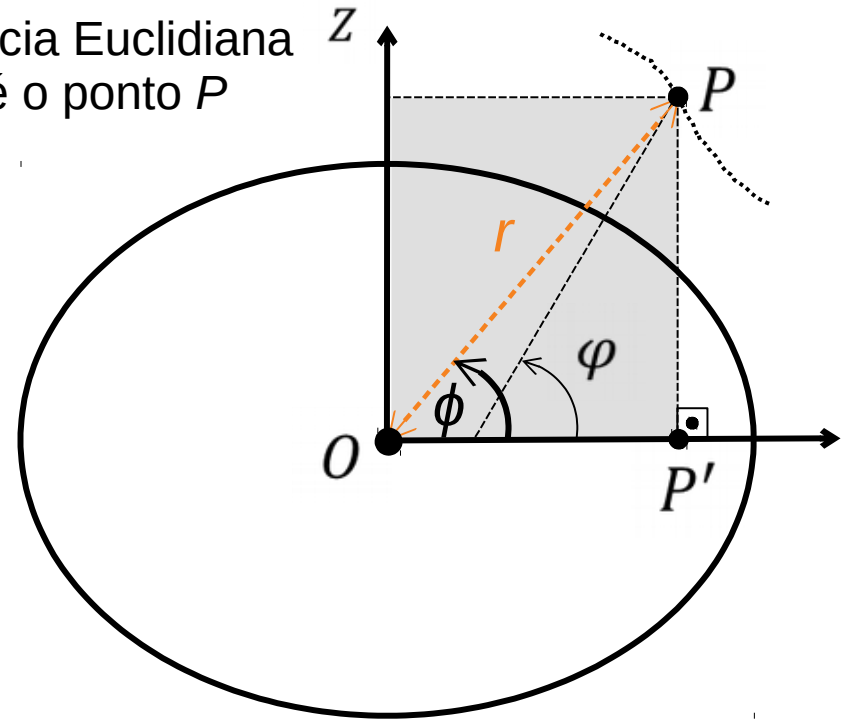
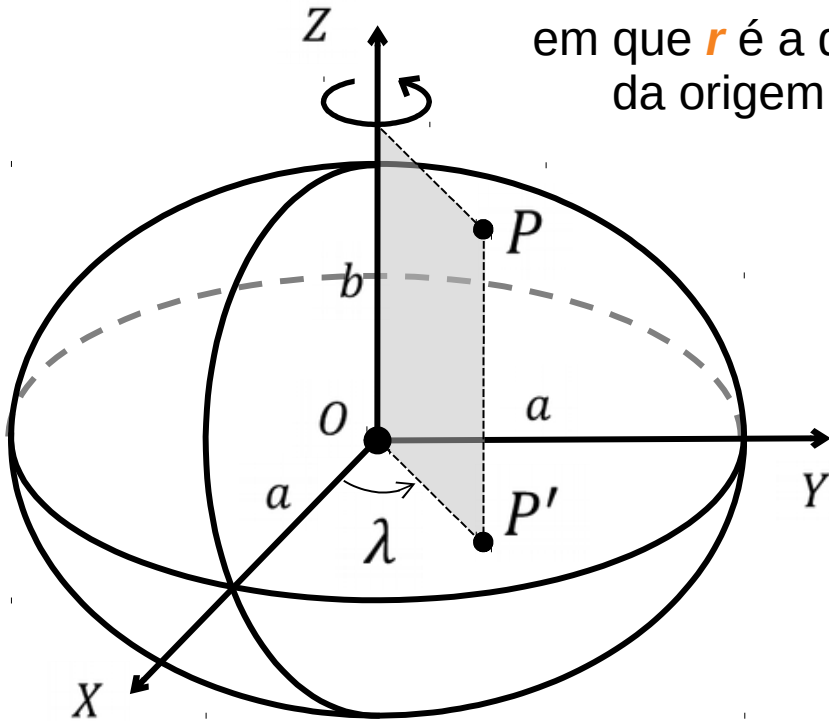
Dessa forma, a posição do ponto  $P$   
pode ser definida pelo parâmetros  
 $(r, \phi, \lambda)$

em que  $r$  é a distância Euclidiana  
da origem  $O$  até o ponto  $P$

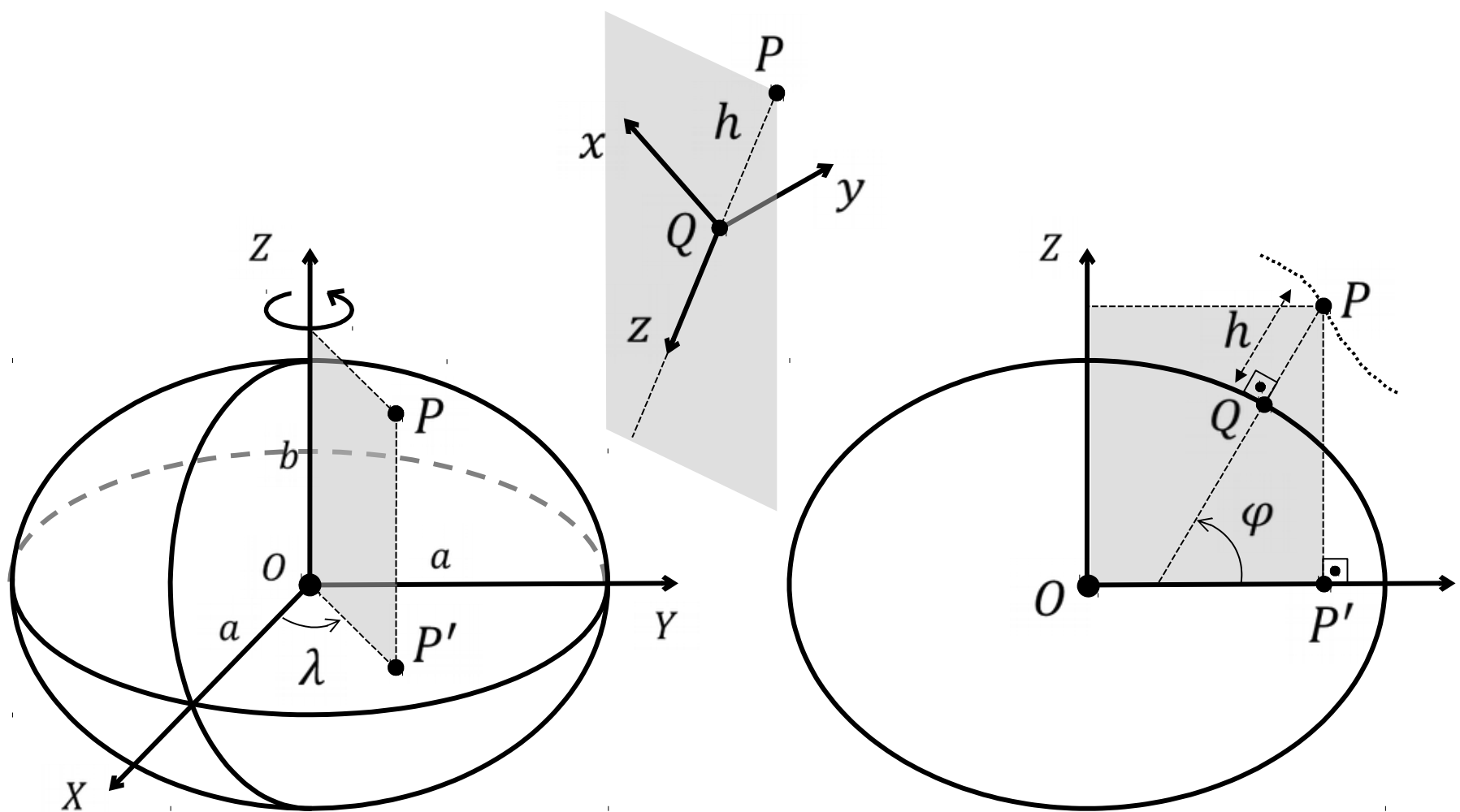


Dessa forma, a posição do ponto  $P$   
pode ser definida pelo parâmetros  
 $(r, \phi, \lambda)$

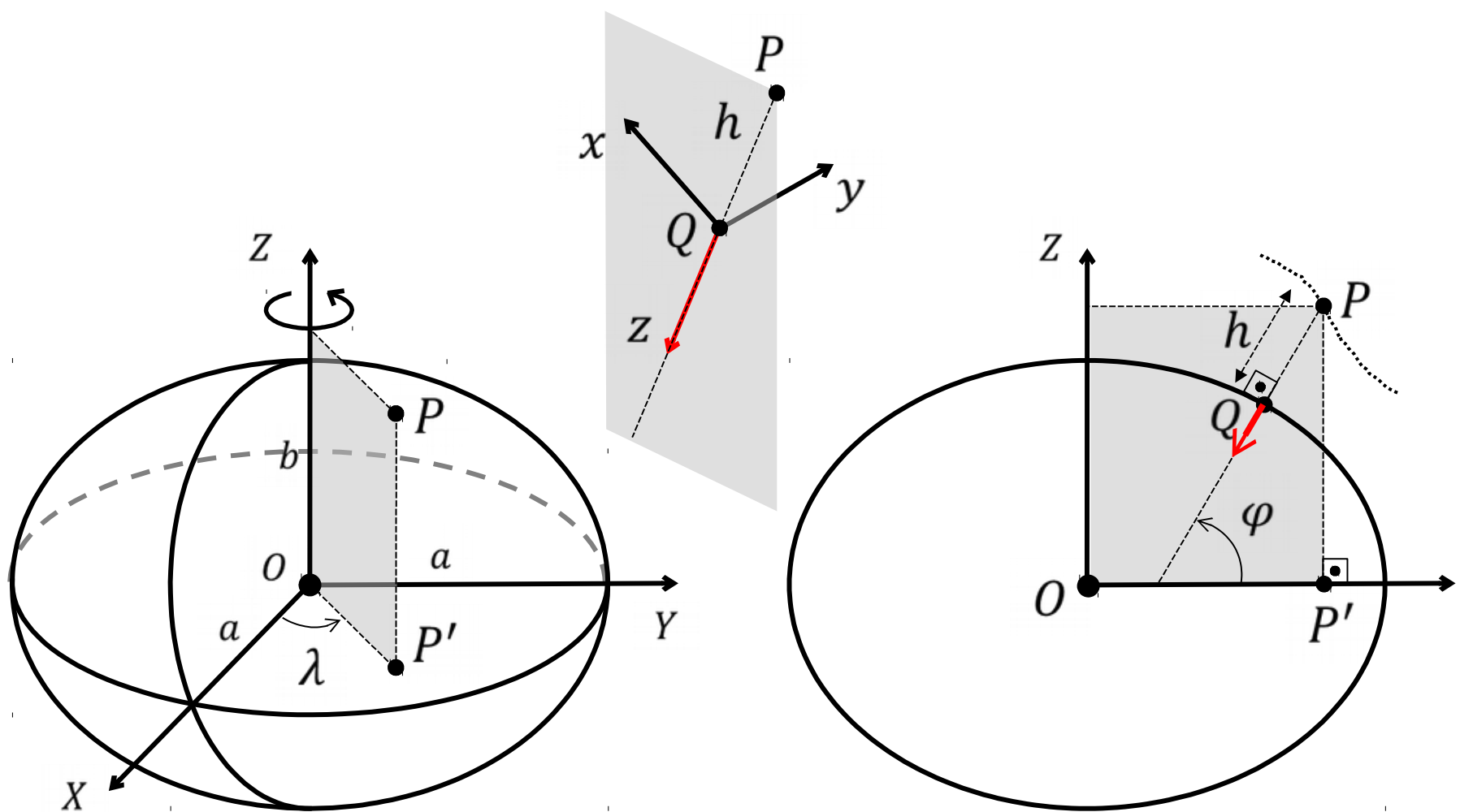
em que  $r$  é a distância Euclidiana  
da origem  $O$  até o ponto  $P$



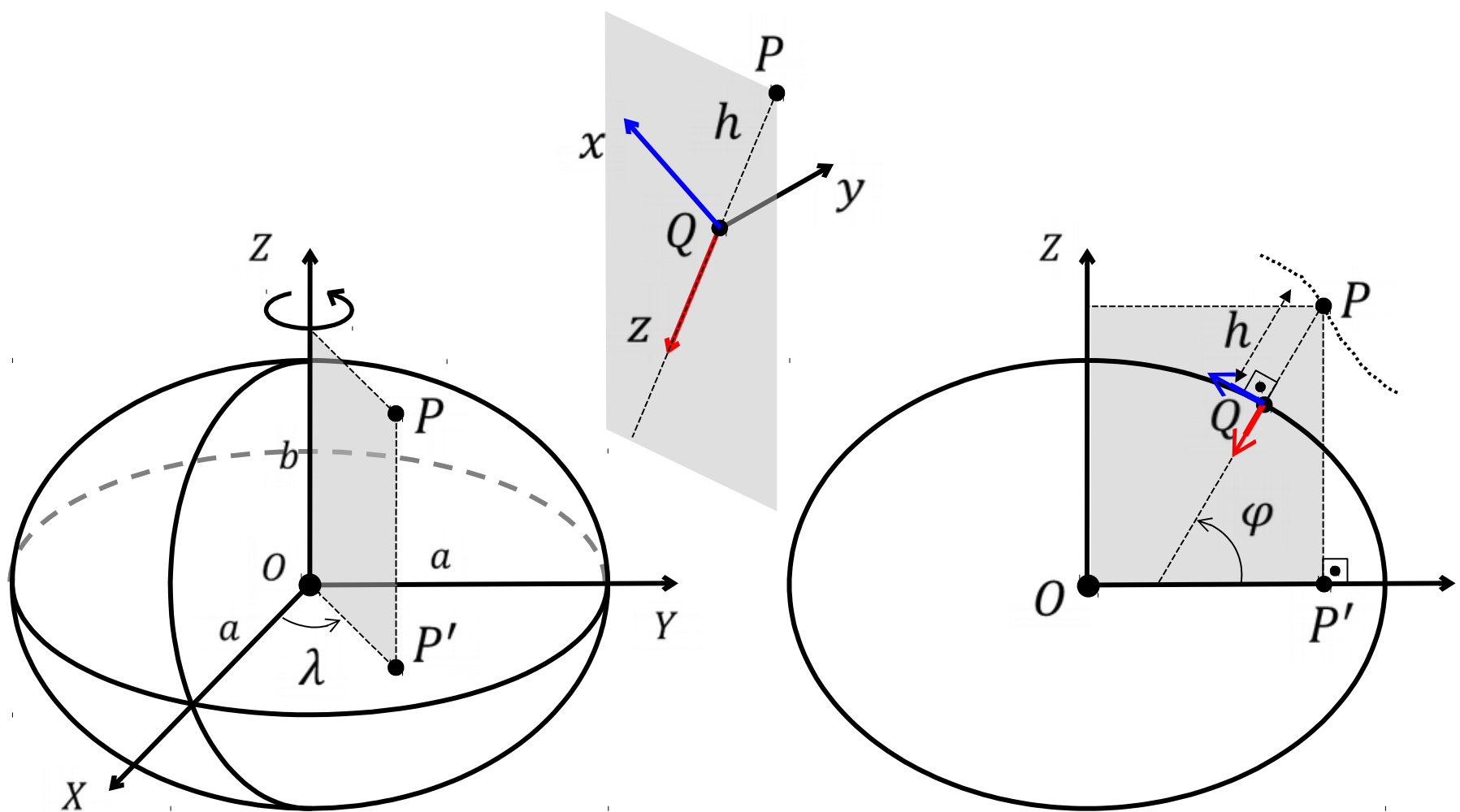
Este é o **Sistema geocêntrico de  
coordenadas esféricas**



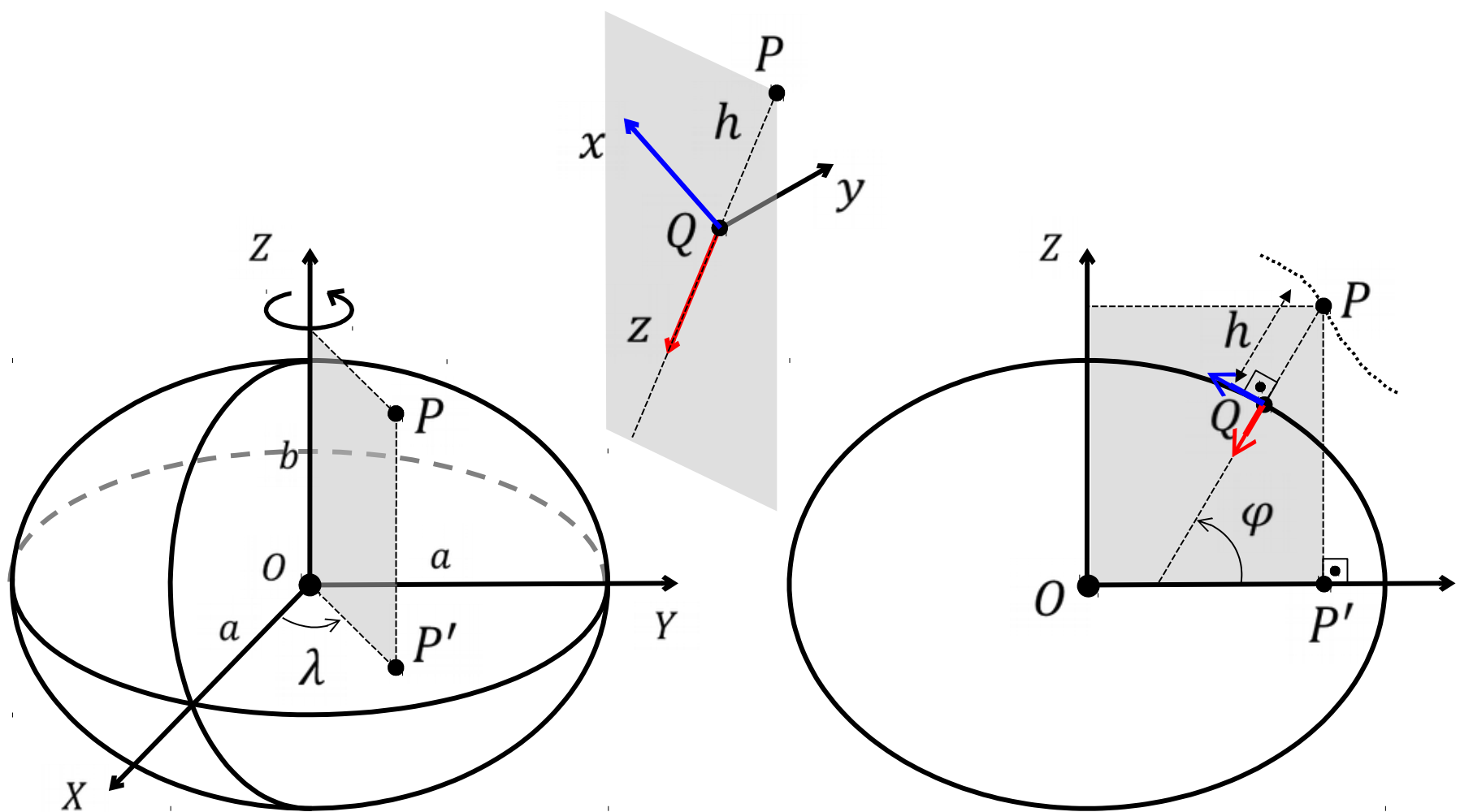
Considere agora um sistema de coordenadas Cartesianas com origem no ponto  $Q$



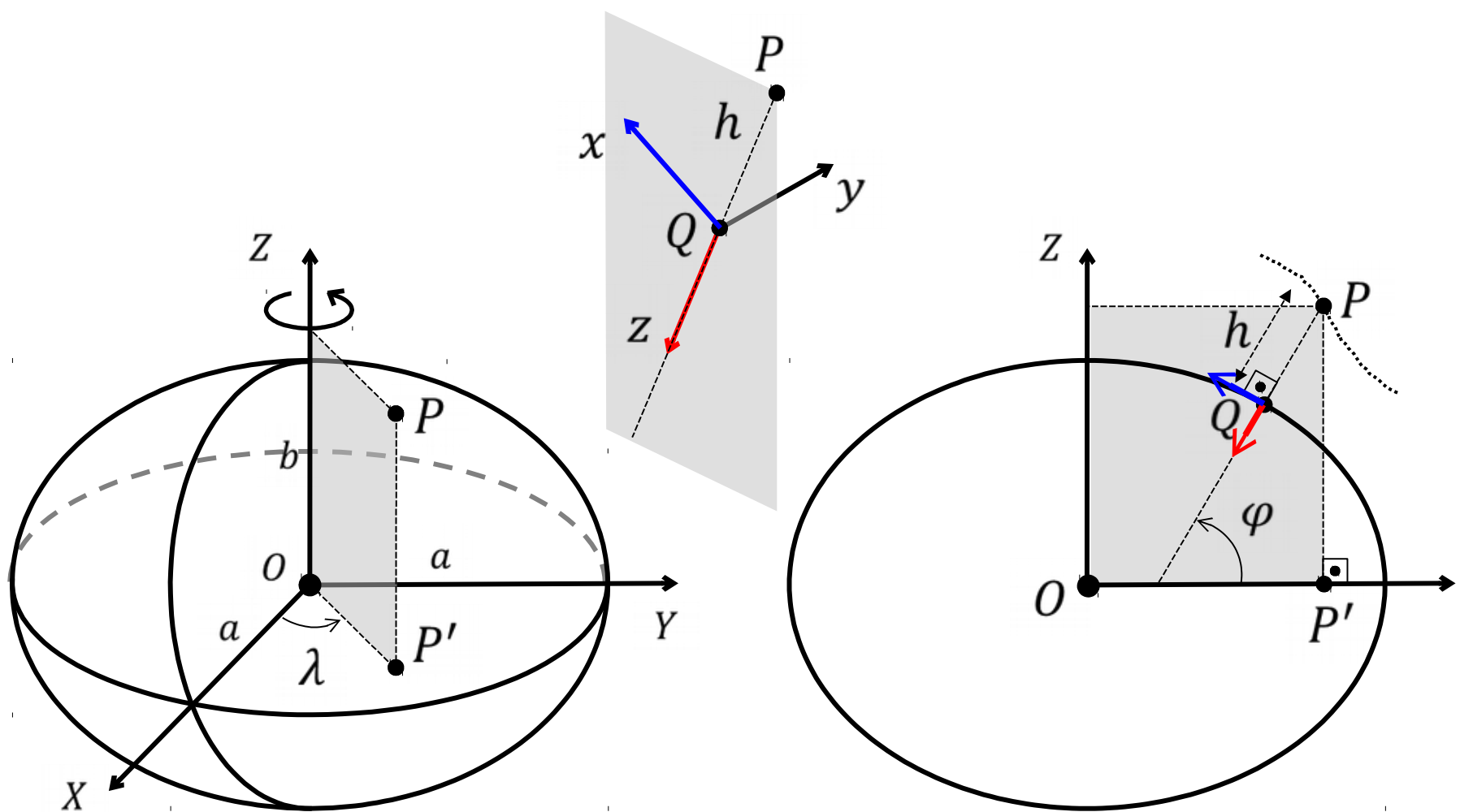
Considere agora um sistema de coordenadas Cartesianas com origem no ponto  $Q$



Considere agora um sistema de coordenadas Cartesianas com origem no ponto  $Q$

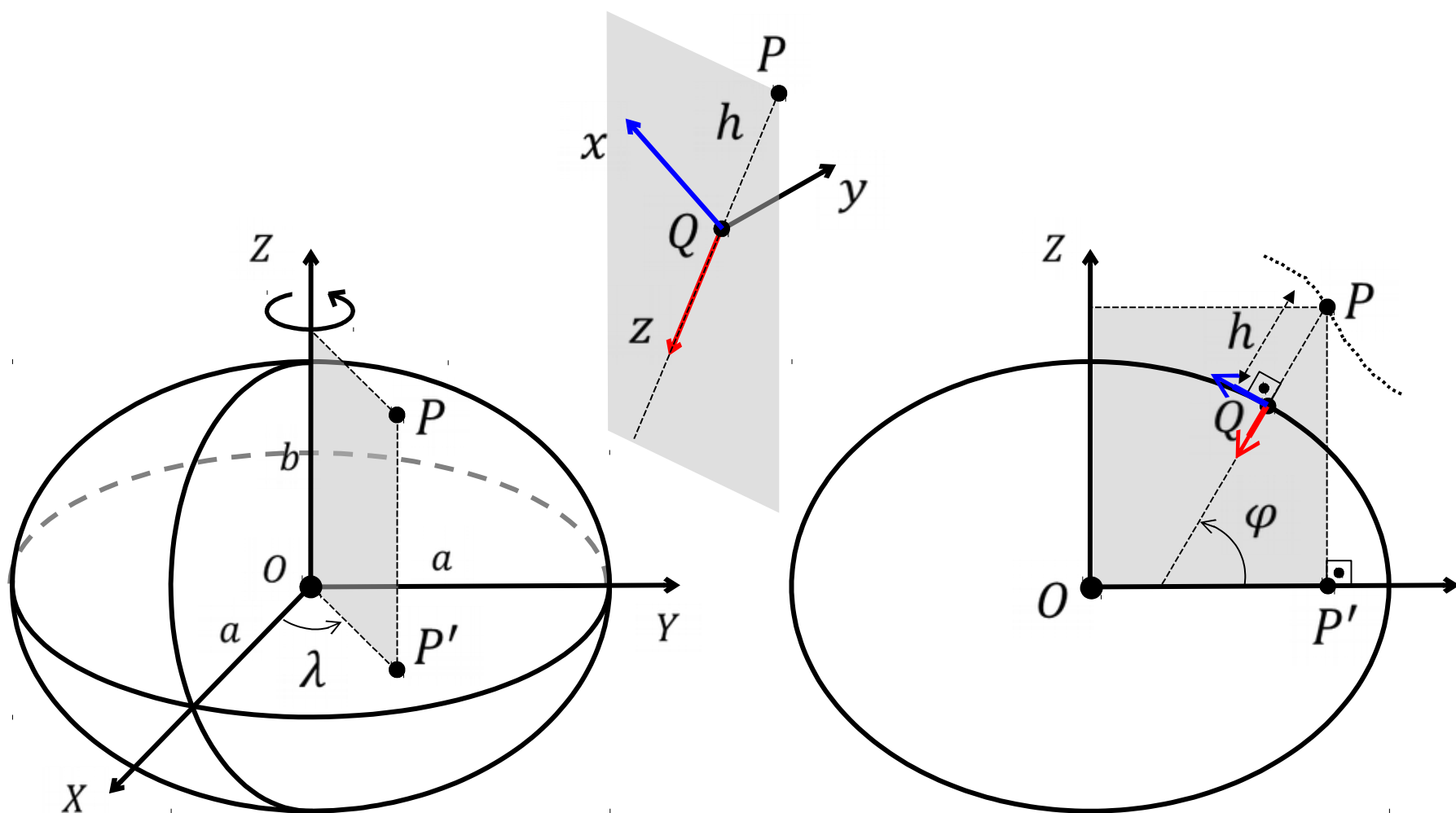


Neste sistema, os eixos  $x$  e  $z$  estão contidos no mesmo plano meridiano que contém os pontos  $P$ ,  $P'$  e  $Q$ .

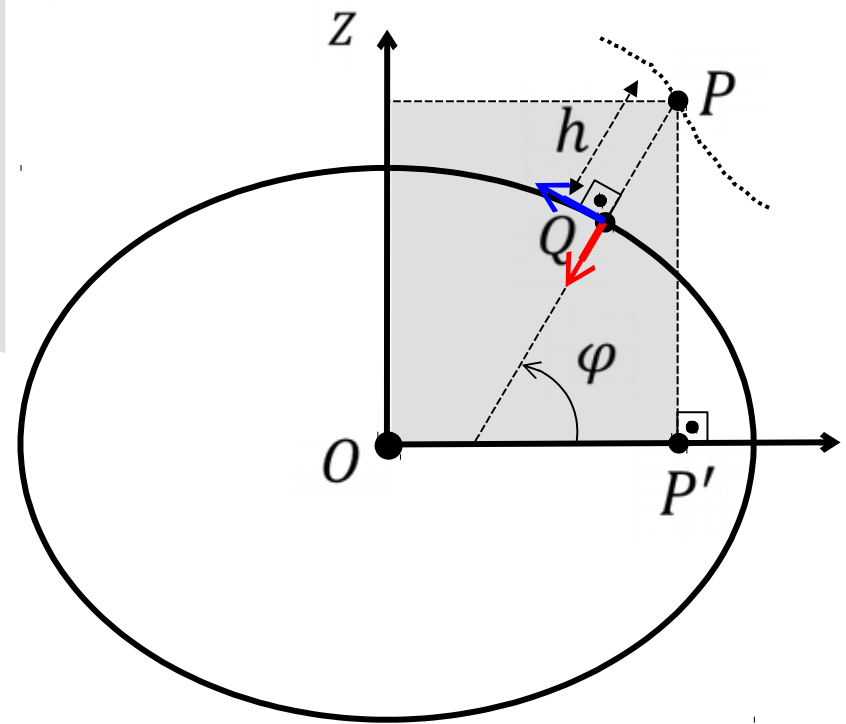
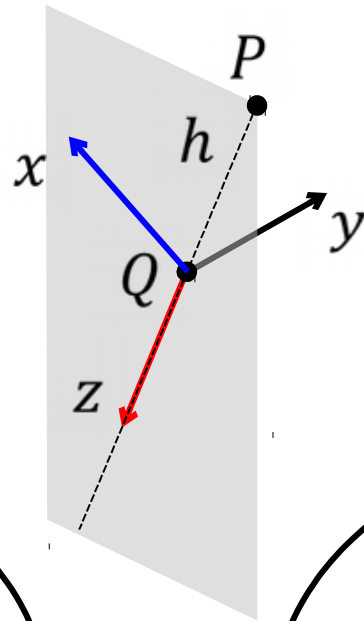
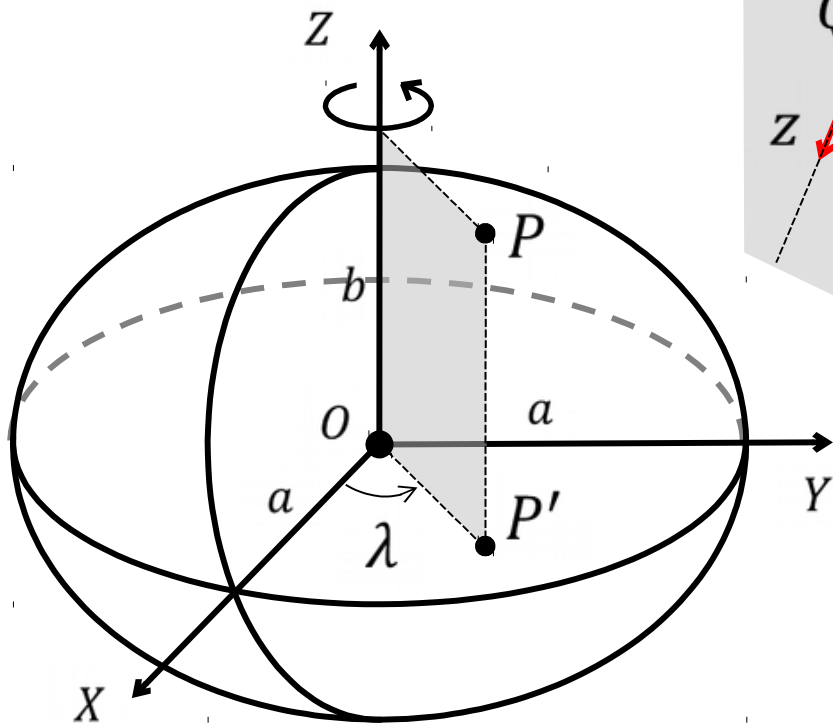


Observe que a orientação dos eixos deste sistema depende da posição do ponto  $P$ .

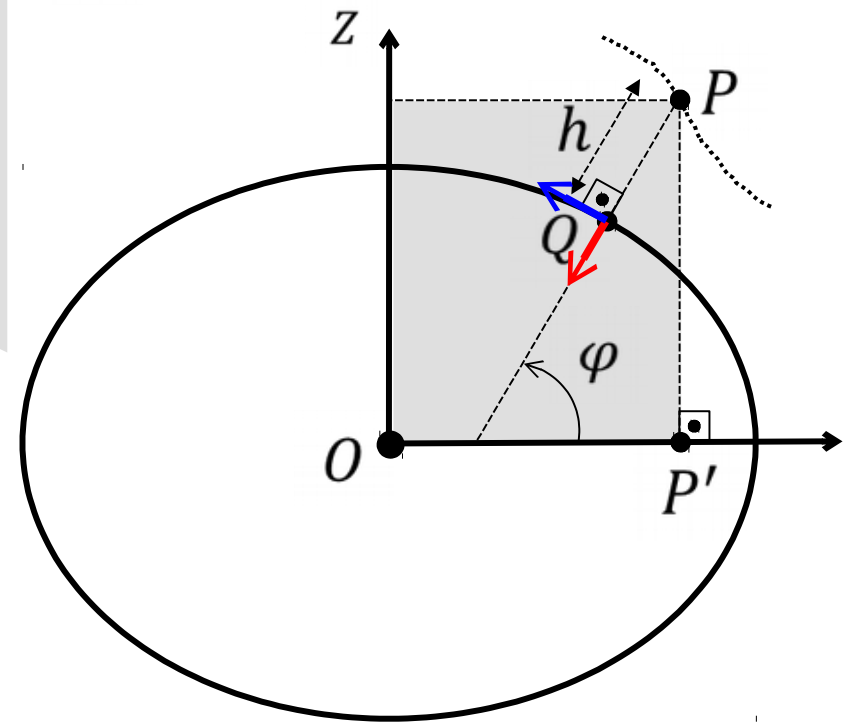
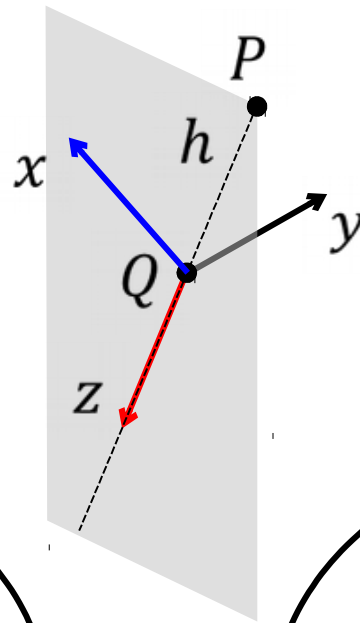
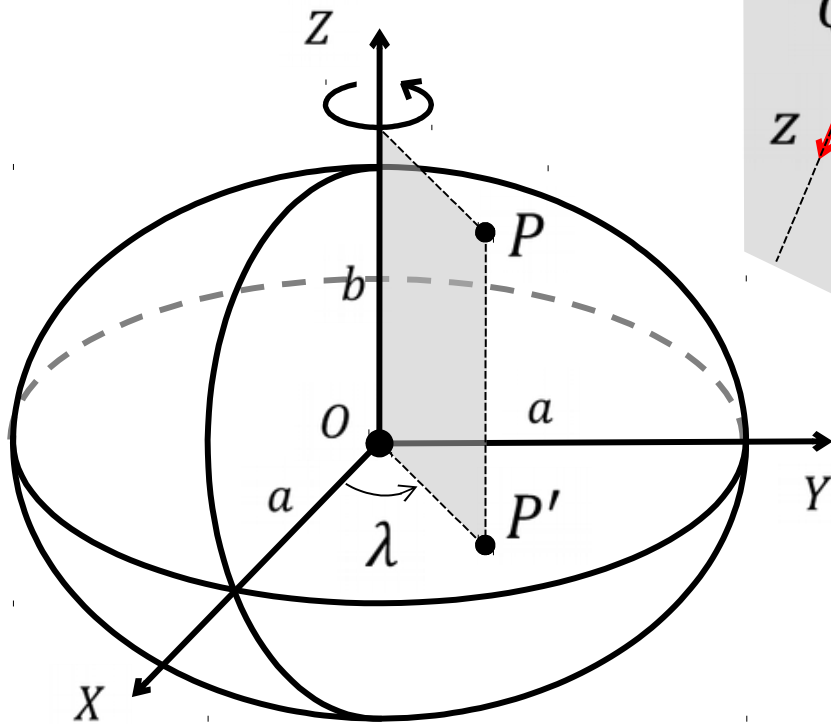




Neste sistema, o ponto  $P$  tem coordenadas  $(x, y, z)$ .



Este é o **Sistema topocêntrico de coordenadas Cartesianas** ou **Sistema local NED (North-East-Down)**



Este é o **Sistema topocêntrico de coordenadas Cartesianas** ou **Sistema local NED (North-East-Down)**

Cai et al. (2011)

É importante ressaltar que este sistema é **diferente dos sistemas geodésico local e astronômico local**, que são comumente usados em geodesia (Krakiwsky e Wells, 1971; Rapp, 1993; Hofmann-Wellenhof e Moritz, 2005; Jekeli, 2012)

# Referências

- Cai, G., Chen, B. M., e Lee, T. H. 2011. Coordinate Systems and Transformations, *in* Unmanned Rotorcraft Systems, Springer London, London, p. 23-34, ISBN 978-0-85729-635-1, doi: 10.1007/978-0-85729-635-1\_2
- Hofmann-Wellenhof, B. e H. Moritz, 2005, Physical Geodesy. Springer.
- Jekeli, C., 2012, Geometric Reference Systems in Geodesy. Ohio State University, Division of Geodetic Science, School of Earth Sciences, url: <http://hdl.handle.net/1811/51274>
- Krakiwsky, E. J. e Wells, D. E. 1971. Coordinate systems in geodesy, Lecture Notes n. 16, Geodesy and Geomatics Engineering, University of New Brunswick, Fredericton, Canada. url: <http://www2.unb.ca/gge/Pubs/LectureNotes.html>
- Rapp, R. H., 1993, Geometric Geodesy - Part II. Ohio State University Department of Geodetic Science and Surveying, url: <http://hdl.handle.net/1811/24409>