



Exercício domiciliar de sistemas 2017

Prof. Dr. Carlos Aurélio Nadal

Utilize estações da Rede Brasileira de Monitoramento contínuo para efetuar os cálculos referentes a este trabalho. Estação UFPR

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	25° 26' 54,1269" S	Sigma:	0,001 m
Longitude:	49° 13' 51,4372" W	Sigma:	0,001 m
Alt.Elip.:	925,81 m	Sigma:	0,004 m
Alt.Orto.:	924,3213 m	Fonte:	Nivelamento Geométrico Origem: Imbituba Classe: Alta Precisão Ajustada
Coordenadas Cartesianas			
X	3.763.751,681 m	Sigma:	0,002 m
Y	-4.365.113,832 m	Sigma:	0,003 m
Z	-2.724.404,715 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.184.223,310 m		
UTM (E):	677.878,515 m		
MC:	- 51		

Estação MSDO – Mato Grosso do Sul - Dourados

Coordenadas Geodésicas			
Latitude:	22° 13' 00,6796" S	Sigma:	0,001 m
Longitude:	54° 48' 50,0803" W	Sigma:	0,001 m
Alt.Elip.:	467,89 m	Sigma:	0,006 m
Alt.Orto.:	464,79 m	Fonte:	GPS/ MAPGEO2010
Coordenadas Cartesianas			
X	3.404.321,329 m	Sigma:	0,003 m
Y	-4.828.421,549 m	Sigma:	0,004 m
Z	-2.396.836,997 m	Sigma:	0,002 m
Coordenadas Planas (UTM)			
UTM (N):	7.541.543,836 m		
UTM (E):	725.344,562 m		
MC:	- 57		

1) A distância linear com base nas coordenadas geodésicas tridimensionais, o azimuth desta direção e o ângulo vertical (em cada estação).

Dados

Estação	X(m)	Y (m)	Z(m)
UFPR (u)	3763751,681	-4365113,832	-2724404,715
MSDO (m)	3404321,329	-4828421,549	-2396836,997

Distância espacial linear entre os pontos u e m

$$d_{um} = [(x_m - x_u)^2 + (y_m - y_u)^2 + (z_m - z_u)^2]^{1/2}$$

$$d_{um} = 671673,156 \text{ m}$$

Ângulo zenital entre u e m

$$V_{um} = \arccos \frac{z_m - z_u}{[(x_m - x_u)^2 + (y_m - y_u)^2 + (z_m - z_u)^2]^{1/2}}$$

$$V_{um} = 60^\circ 48' 40''$$

Ângulo zenital entre A e B

$$V_{mu} = \arccos \frac{z_u - z_m}{[(x_m - x_u)^2 + (y_m - y_u)^2 + (z_m - z_u)^2]^{1/2}}$$

$$V_{mu} = 119^\circ 11' 20''$$

Azimute da direção u – m e da direção m –u (obs. Notar que na verdade não é um azimute pois o eixo Y deste sistema aponta para a longitude 90° E)

$$A_{um} = \arctg \frac{x_m - x_u}{y_m - y_u}$$

$$A_{um} = 217^\circ 48' 14''$$

$$A_{mu} = 37^\circ 48' 14''$$

2) A distância ortodrômica segundo um arco de circunferência máxima que une as duas estações, considerando o raio da esfera como sendo o raio médio de curvatura elipsoidal para o ponto geodésico situado no centro do segmento de arco que une as duas estações. Adotar a média da latitude e da longitude geodésicas das estações, calcular o raio médio de curvatura com sendo a média geométrica entre a grande normal e o raio de curvatura do 1º vertical para esse ponto. Calcular o azimuth e o contra azimuth da direção nesta esfera.

Latitude média do segmento.

$$\varphi_m = (-25^\circ 26' 54,1269'' - 22^\circ 13' 00,6796'')/2$$

$$\varphi_m = -23^\circ 49' 57,4033''$$

Valores calculados para o elipsoide GRS- 80

Ellipsoid Constants:

=====

semi-major axis	a = 6378137.000 metres
semi-minor axis	b = 6356752.314 metres
polar radius of curvature	c = 6399593.626 metres
eccentricity squared	e2 = 6.694380023e-003
2nd eccentricity squared	ep2 = 6.739496775e-003
flattening	f = 3.352810681e-003
denominator of flattening	flat = 298.257222101
	n = 1.679220395e-003
quadrant distance	Q = 10001965.729 metres
surface area	A = 5.10065622e+014 square-metres
volume	V = 1.08320732e+021 cubic-metres
radii of equivalent spheres	
mean radius	Rm = 6371008.771 metre
area	Ra = 6371007.181 metres
volume	Rv = 6371000.790 metres
quadrant	Rq = 6367449.146 metres

$$N = \frac{a}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{1/2}}$$

$$N = 6381755,555 \text{ m}$$

$$M = \frac{a(1 - e^2)}{(1 - e^2 \sin^2 \phi)^{3/2}}$$

$$M = 6344634,893 \text{ m}$$

$$R_M = \sqrt{NM}$$

$$R = 6363168,156 \text{ m}$$

Distância ortodrômica numa circunferência máxima

$$\cos d_{um} = \sin \phi_u \sin \phi_m + \cos \phi_u \cos \phi_m \cos \Delta \lambda_{um}$$

$$d_{um} = 0,105457086 \text{ rad}$$

$$d_{um} = 0,105457086 * 6363168,156$$

$$d_{um} = 671041,169 \text{ m}$$

Azimute UFPR – MSDO

$$A_{um} = \text{arc tg} \frac{\text{sen } \Delta\lambda_{um}}{\cos \phi_u \text{ tg } \phi_m - \text{sen } \phi_u \cos \Delta\lambda_{um}}$$

$$\Delta\lambda_{um} = \lambda_m - \lambda_u$$

$$A_{um} = 301^\circ 10' 17,4651''$$

$$A_{mu} = \text{arc tg} \frac{\text{sen } \Delta\lambda_{mu}}{\cos \phi_m \text{ tg } \phi_u - \text{sen } \phi_m \cos \Delta\lambda_{mu}}$$

$$\Delta\lambda_{mu} = \lambda_u - \lambda_m$$

$$A_{BA} = 123^\circ 23' 17,1829''$$

Calcular o comprimento da geodésica que une as estações, o azimuth e o contra-azimuth geodésico no sistema SIRGAS 2000

Utilizando-se as **FÓRMULAS DE VICENTY** obtém-se:

```
Ellipsoid : GRS80 / WGS84 (NAD83)
Equatorial axis, a = 6378137.0000
Polar axis, b = 6356752.3141
Inverse flattening, 1/f = 298.25722210088

First Station :
-----
LAT = 25 26 54.12690 South
LON = 49 13 51.43720 West

Second Station :
-----
LAT = 22 13 0.67960 South
LON = 54 48 50.08030 West

Forward azimuth FAZ = 301 1 34.1977 From North
Back azimuth BAZ = 123 17 4.0308 From North
Ellipsoidal distance S = 671910.8556 m
```

4) Calcular os elementos de locação da geodésica para 4 pontos internos a geodésica equiespaçados, ou seja, divida o comprimento da geodésica em cinco partes iguais e calcule a latitude e a longitude geodésica destes 4 pontos.

$$c = 671910,856$$

$$l = c/5$$

$$l_1 = 134382,171\text{m}$$

$$Aal = 301^\circ 01' 34,1977''$$

```
Ellipsoid : GRS80 / WGS84 (NAD83)
Equatorial axis, a = 6378137.0000
Polar axis, b = 6356752.3141
Inverse flattening, 1/f = 298.25722210088
```

```
First Station :
```

```
-----
```

```
LAT = 25 26 54.12690 South
```

```
LON = 49 13 51.43720 West
```

```
Second Station :
```

```
-----
```

```
LAT = 24 49 7.28242 South
```

```
LON = 50 22 12.01997 West
```

```
Forward azimuth FAZ = 301 1 34.1977 From North
Back azimuth BAZ = 121 30 35.9089 From North
Ellipsoidal distance S = 134382.1710 m
```

```

Ellipsoid : GRS80 / WGS84 (NAD83)
Equatorial axis, a = 6378137.0000
Polar axis, b = 6356752.3141
Inverse flattening, 1/f = 298.25722210088

```

First Station :

LAT = 25 26 54.12690 South

LON = 49 13 51.43720 West

Second Station :

LAT = 24 10 49.33061 South

LON = 51 29 51.07899 West

```

Forward azimuth      FAZ = 301  1 34.1977 From North
Back azimuth        BAZ = 121 58 39.2144 From North
Ellipsoidal distance S = 268764.3420 m

```

$$l_2 = 268764,342\text{m}$$

$$l_3 = 403146,513\text{m}$$

```

Ellipsoid : GRS80 / WGS84 (NAD83)
Equatorial axis, a = 6378137.0000
Polar axis, b = 6356752.3141
Inverse flattening, 1/f = 298.25722210088

```

First Station :

LAT = 25 26 54.12690 South

LON = 49 13 51.43720 West

Second Station :

LAT = 23 32 1.46760 South

LON = 52 36 49.69600 West

```

Forward azimuth      FAZ = 301  1 34.1977 From North
Back azimuth        BAZ = 122 25 44.6383 From North
Ellipsoidal distance S = 403146.5130 m

```

$$l_4 = 537528,684\text{m}$$

```
Ellipsoid : GRS80 / WGS84 (NAD83)
Equatorial axis, a = 6378137.0000
Polar axis, b = 6356752.3141
Inverse flattening, 1/f = 298.25722210088
```

```
First Station :
```

```
-----
```

```
LAT = 25 26 54.12690 South
```

```
LON = 49 13 51.43720 West
```

```
Second Station :
```

```
-----
```

```
LAT = 22 52 44.86694 South
```

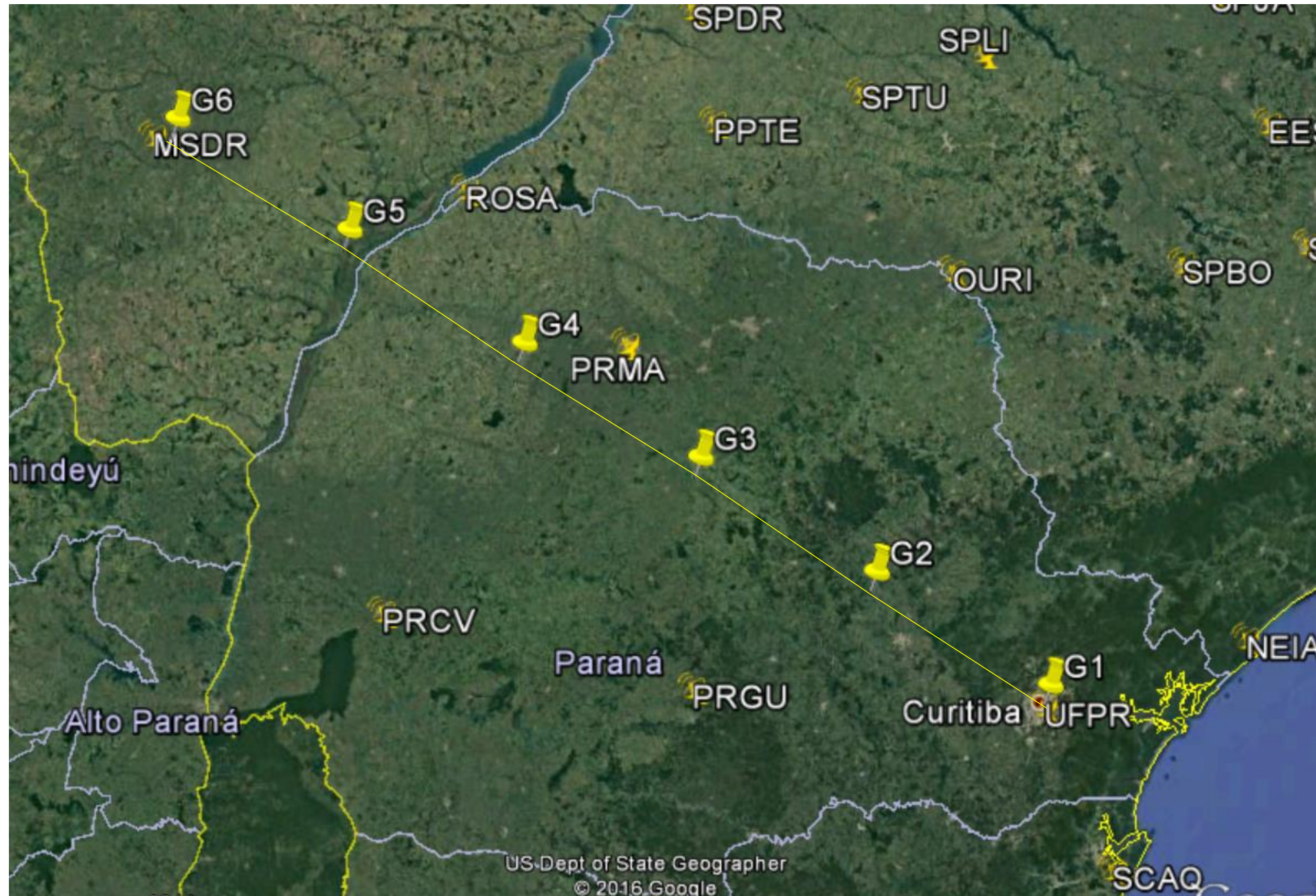
```
LON = 53 43 8.98341 West
```

```
Forward azimuth FAZ = 301 1 34.1977 From North
```

```
Back azimuth BAZ = 122 51 52.7241 From North
```

```
Ellipsoidal distance S = 537528.6840 m
```

Pontos da geodésica que une as estações UFPR e MSDR



Tramo calculado da geodésica que une as estações UFPR e MSDR



Localização do ponto G4 da geodésica que une as estações UFPR e MSDR

