

Sistemas de Referência Locais

1. Definição

∴ Para definir um sistema de coordenadas geodésicas local, necessitamos de especificar um conjunto de **oito parâmetros**:

- a) O elipsóide, dimensão e forma (a, e^2);
- b) A localização (topocêntrica) do seu ponto origem (φ_0, λ_0);
- c) A orientação da normal ao elipsóide no ponto origem – desvio da vertical (η, ξ);
- d) A orientação azimutal na origem – diferença de azimute astronómico ($\delta\alpha_0$);
- e) O afastamento vertical do elipsóide no ponto origem - ondulação do geóide (N_0);

∴ Este conjunto de parâmetros define o chamado “Datum” geodésico topocêntrico.

∴ O seu estabelecimento necessita de um conhecimento rigoroso da dimensão da Terra (geóide) e a realização de um conjunto de observações astronómicas.

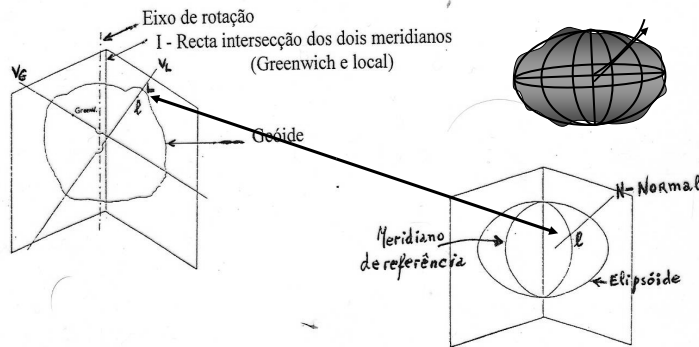
Sistemas de Referência Locais

1.1 Ponto Origem do Datum

- a) Vértice geodésico onde é posicionado (fixado) o elipsóide de revolução associado ao sistema de referência;
- b) Fixam-se aí as suas coordenadas geodésicas (φ_0, λ_0), normalmente próximas ou iguais às respectivas coordenadas astronómicas (Φ, Λ);
- c) Um ponto, geralmente central, onde se fazem todas as observações astronómicas suficientes e necessárias (latitude, longitude e azimute) para se iniciar o transporte de coordenadas geodésicas;
- d) Os valores fixados neste ponto, podem ser consideradas meras convenções, mas o objectivo é posicionar um dado elipsóide que melhor se ajuste ao modelo conhecido da Terra – geóide, por forma a que as correcções (afastamentos) sejam o mínimo possível

Sistemas de Referência Locais

1.1 Ponto Origem do Datum



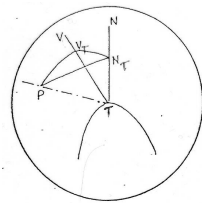
Introdução à Geodesia – Aula 8

FCUL-EG

Sistemas de Referência Locais

1.2 Desvio da Vertical na Origem

- É o ângulo entre a normal ao elipsóide e a direcção da vertical no ponto;
- Ao considerar-se o mesmo Pólo elevado na contagem das latitudes astronómica e elipsoidal, o sistema de eixos associado fica paralelo ao sistema Terrestre Médio;
- Normalmente, convencionou-se, por conveniência, o desvio da vertical nulo na origem, tornando as coordenadas geodésicas iguais às astronómicas nesse ponto.



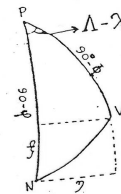
$$\xi = (90 - \varphi) - (90 - \Phi) \cos(\Lambda - \lambda)$$

$$\frac{\text{sen } \eta}{\text{sen}(\Lambda - \lambda)} = \frac{\text{sen}(90 - \Phi)}{\text{sen}90}$$

$$\Downarrow$$

$$\xi = \Phi - \lambda$$

$$\eta = (\Lambda - \lambda) \cos \Phi$$



Introdução à Geodesia – Aula 8

FCUL-EG

Sistemas de Referência Locais

1.3 Azimute astronómico na Origem

a) De facto, o parâmetro definido é o ângulo $\delta\alpha$, definido entre o plano do meridiano geodésico e o plano do meridiano astronómico (Equação de Laplace):

$$\delta\alpha = A - \alpha = (\Lambda - \lambda)\text{sen}\varphi - (\xi\text{sen}\alpha - \eta\text{cos}\alpha)\text{cot}gZ$$

b) O azimute geodésico (α), resultante da Eq. de Laplace, deve ainda ser reduzido da secção normal à geodésica e, da altitude do ponto visado;

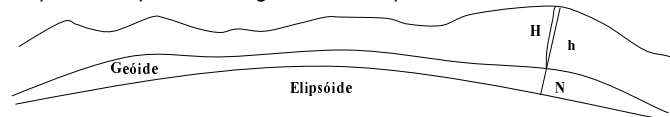
c) É com este azimute geodésico que se inicia o cálculo de toda a rede geodésica através dos algoritmos de posicionamento geodésico relativo (problema directo) – define a Orientação da Rede Geodésica;

d) Se por convenção se definir um desvio da vertical nulo, então o azimute geodésico, a menos da redução à geodésica e da altitude do ponto visado, vem igual ao azimute astronómico (Eq. de Laplace nula).

Sistemas de Referência Locais

1.4 Ondulação do geóide na Origem

a) Chamada também de altura do geóide, é a distância medida ao longo da vertical do lugar (com suficiente aproximação ao longo da normal ao elipsóide) que separa as superfícies do geóide e do elipsóide;



b) Sendo h a altitude elipsoidal e H a altitude ortométrica de um ponto, a ondulação do geóide, a menos da curvatura da vertical, é dada por: $N = h - H$

c) Este parâmetro vai afastar ou aproximar, ao longo da normal, o elipsóide do geóide no ponto origem;

d) É normal convencionar-se este parâmetro com valor igual a zero, mas o seu objectivo, juntamente com os desvios da vertical, é o de ajustar o mais possível o elipsóide ao geóide (valor médio próximo de zero).

Sistemas de Referência Locais

1.5 Parâmetros do "Datum local"

- a) Os oito parâmetros ($a, e^2, \varphi_0, \lambda_0, N_0, \xi_0, \eta_0, \delta\alpha_0$) definem um Datum local;
- b) A menos de erros de observação, o elipsóide de referência devidamente posicionado (datum), cujo o centro, normalmente, está bastante afastado do centro de massa da Terra (centena de metros), satisfaz contudo duas condições importantes:
- 1- O eixo de revolução do elipsóide fica paralelo ao eixo médio de rotação da Terra;
 - 2- O meridiano-origem das longitudes geodésicas fica paralelo ao meridiano-origem das longitudes astronómicas (GMO);
- c) Podemos encontrar um datum local que regionalmente se adapte melhor que outro, por exemplo "Datum 73" e "Datum Europeu" (ED50) na região de Portugal continental.

Sistemas de Referência Locais

2.1 Exemplos de *data* locais Portugueses

Datum	Elipsóide	Achatamento /Semi-eixo	Origem	Coordenadas
LISBOA	Hayford	$f=1/297$ $a=6378388$ m	CSJ (Lisboa)	38°42'43".631 N 9°07'54".862 W
73	Hayford	$f=1/297$ $a=6378388$ m	Ponto Central (Melriça)	39°41'37".30 N 8°07'53".31 W
AÇORES (Gr. Central)	Hayford	$f=1/297$ $a=6378388$ m	Base SW (Graciosa)	39°03'54".934 N 28°02'23".882 W
MADEIRA	Hayford	$f=1/297$ $a=6378388$ m	Porto Santo	33°03'25".15 N 16°19'59".40 E

Sistemas de Referência Locais

2.2 Outros exemplos de *data* regionais

Datum	Elipsóide	Achatamento /Semi-eixo	Origem	Coordenadas
EUROPEU (ED50)	Hayford	f=1/297 a=6378388 m	Postdam (Alemanha)	52°22'51".446 N 13°03'58".928 E
USA (NAD 27)	Clarke (1866)	f=1/294.98 a=6378206.4 m	Meades Ranch (Kansas)	39°13'26".686 N 98°32'30".506 W
RUSSO (PULKOVO 29)	Krassovsky (1938)	f=1/298.3 a=6378245 m	Observatório (Leninegrado)	59°46'18".55 N 30°19'42".09 E
TÓQUIO	Bessel (1841)	f=1/299.15 a=6377397.2 m	Observatório Tóquio	35°39'17".515 N 139°44'40".90 E

Sistemas de Referência Locais

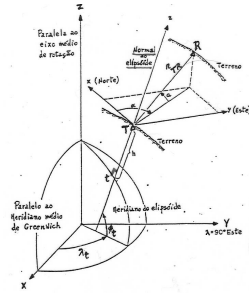
3. Estabelecimento do “Datum Lisboa”

- Por métodos de Astronomia Geodésica determinaram-se as coordenadas astronómicas (Φ , Λ) do CSJ, bem como, o azimute astronómico CSJ-Serves (A);
- Através de nivelamento geométrico, e a partir do “datum altimétrico” de Cascais, determinou-se a altitude ortométrica (H) da base do marco do CSJ;
- Posicionou-se o elipsóide de Hayford (Internacional) em relação à origem – CSJ, de tal modo que:
 - As coordenadas geodésicas (φ , λ) coincidissem com as respectivas coordenadas astronómicas; equivalente a considerar desvios da vertical (ξ , η) nulos;
 - O elipsóide ficasse tangente à superfície do geóide, $H = h$, ou seja, ondulação do geóide (N) também nula no ponto origem;
 - O valor do azimute geodésico CSJ-Serves fosse fixado no seu valor astronómico observado ($A = \alpha$), ou seja, $\delta\alpha = 0$;

Sistemas de Referência Locais

4. Coordenadas polares locais

a) As coordenadas polares tridimensionais que se consideram no sistema astronómico local para exprimir o vector posição que une uma origem a qualquer ponto, são: **distância terrestre espacial, distância zenital e azimute astronómico;**



b) A sua inclusão num sistema geodésico pressupõe a transformação entre os sistemas astronómico e geodésico locais com a mesma origem:

$$(r_{TR})_{GL} = R_3(A - \alpha) \cdot R_2(-\zeta) \cdot R_1(\eta) \cdot (r_{TR})_{AL}$$

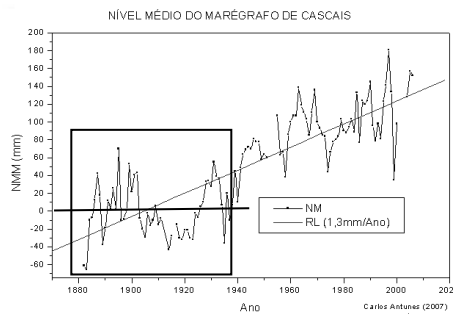
c) Na prática, o cálculo resume-se a correcções de redução aplicadas directamente às observações (coordenadas polares), não se passa por esta transformação com matrizes de rotação.

Sistemas de Referência Locais

5. Datum Vertical

a) Um Datum Altimétrico é definido pela média de uma série de registos maregráficos num porto na linha de costa.

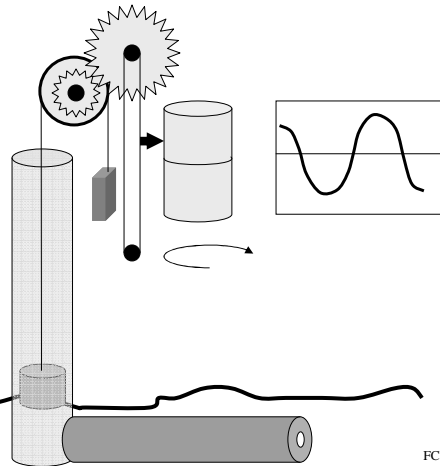
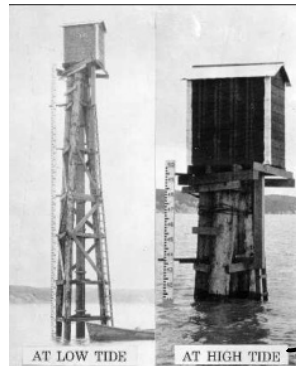
b) Em Portugal o Datum Altimétrico foi definido pela série de dados do marégrafo de Cascais entre 1882 e 1938.



Sistemas de Referência Locais

5. Datum Vertical

c) Marégrafo de poço



Introdução à Geodesia – Aula 8

FCUL-EG

Sistemas de Referência Locais

5. Datum Vertical

d) Antigo Marégrafo de Cascais



Casa abrigo do
marégrafo analógico



Introdução à Geodesia – Aula 8

FCUL-EG

