

JIIIDE 2014

V Jornadas Ibéricas de Infraestruturas de Dados Espaciais

Lisboa | 5-7 novembro 2014



INSTITUTO
GEOGRÁFICO
NACIONAL



WebTranscoord

Programa de transformação de coordenadas
baseado em software livre.

SILVA, Henrique; MEDEIRO, Ana; VASCONCELOS, Manuela
Direção-Geral do Território

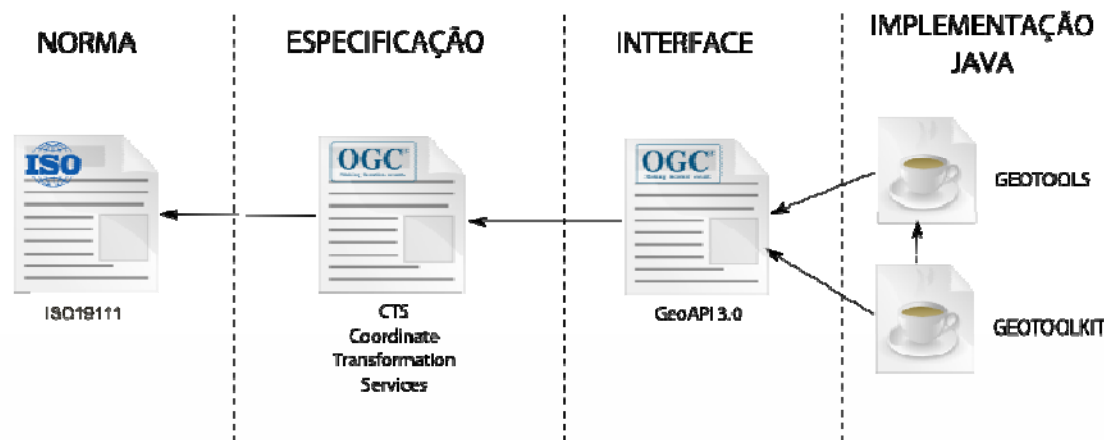
WebTransCoord - Geotoolkit

- Software livre;
- Biblioteca Java para aplicações SIG;
- Implementação estrita das especificações OGC e norma ISO;
- Conjunto de utilitários e funções para transformação de coordenadas;
- Desenvolvido por Martin Desruisseaux a partir do código da biblioteca Geotools.

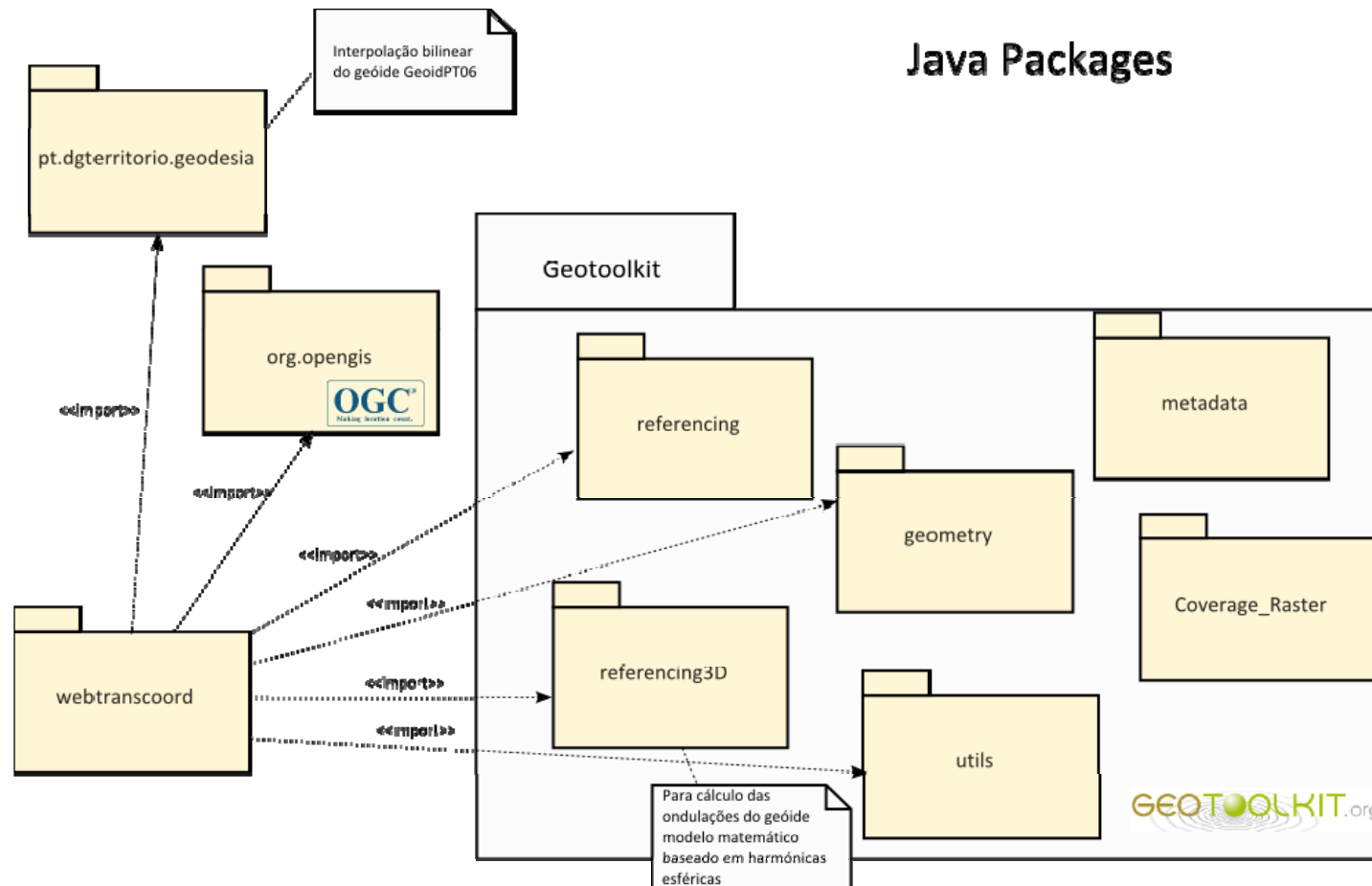


Geotoolkit – Normas e especificações internacionais

- Implementação estrita da especificação OGC “GeoAPI 3.0” que define a funcionalidade existente e o interface da biblioteca.
- Conjunto de interfaces para a criação de aplicações Java para a manipulação de informação geográfica de forma normalizada e coerente, fundado na norma ISO e OGC CTS.



WebTransCoord - GeoToolkit



Definição dos Sistemas de Referência por Coordenadas (SRC)

- Descrição normalizada;
- Especificação OGC « CTS – Coordinate Transformation Services »;
- Formato WKT (Well Known Text);
- Geotoolkit : utilitário para criação de instâncias dos SRC através do WKT.

```
PROJCS["Datum 73 / Modified Portuguese Grid",  
  GEOGCS["Datum 73",  
    DATUM["Datum_73",  
      SPHEROID["International 1924", 6378388.0, 297.0, AUTHORITY["EPSG","7022"]],  
      TOWGS84[-230.994,102.591,25.199,0.633,AUTHORITY["EPSG","6274"]],  
      PRIMEM["Greenwich", 0.0, AUTHORITY["EPSG","8901"]],  
      UNIT["degree", 0.017453292519943295],  
      AXIS["Geodetic longitude", EAST],  
      AXIS["Geodetic latitude", NORTH],  
      AUTHORITY["EP-0.239,0.9,1.95"],  
      SG", "4274"]],  
    PROJECTION["Transverse_Mercator"],  
    PARAMETER["central_meridian", -8.131906111111112],  
    PARAMETER["latitude_of_origin", 39.666666666666664],  
    PARAMETER["scale_factor", 1.0],  
    PARAMETER["false_easting", 180.598],  
    PARAMETER["false_northing", -86.99],  
    UNIT["metre", 1.0],  
    AXIS["x", EAST],  
    AXIS["y", NORTH],  
    AUTHORITY["EPSG","27493"]]
```



OpenLayers e Google Maps

- Visualização dos pontos transformados utilizando a biblioteca Javascript OpenLayers.



Google maps

- Mapas base:
 - Google;
 - Várias fontes, por exemplo, ortofotos da DGT.

Interface HTML / Javascript

WebTransCoord v.0.9

ZONA
Portugal Continental

SCR INICIAL
Datum 73/ Coordenadas Geog
☒ Altitude Ortométrica
☐ Altitude Elipsoidal

SRC SAÍDA
ETRS89/ PT-TM06
☐ Altitude Ortométrica
☒ Altitude Elipsoidal

TIPO TRANSFORMAÇÃO
Bursa-Wolf

CALCULAR

PONTOS DE ENTRADA
-8.6444748583;41.1410633333;82.420
-8.3502194194;39.4852874611;130.590
-8.5333807528;38.267241375;87.840
-7.4514467972;37.7939796722;261.113
-8.4490798194;40.580032875;81.910
-8.4604826583;37.1953515278;107.040
-7.6687978083;37.3140993944;323.730

PONTOS DE SAÍDA
-42857.28;163762.65;137.38
-18601.66;-20203.25;185.1
-34952.18;-155372.01;141.9
60120.23;-207760.15;316.02
-26676.56;101380.18;136.98
-28987.78;-274370.57;160.33
41238.86;-261140.11;377.51

Cada linha corresponde a um ponto, em que as coordenadas de entrada podem ter vários formatos:

- 1) Coordenadas planas 2D (M,P): 67675.76; 87987.776
- 2) Coordenadas planas 3D (M,P,Alt): 67675.76; 87987.776; 456.7
- 3) Coordenadas geográficas graus, minutos, segundos 3D (Long G M S, Lat G M S, Alt): -9 23 56.4567; 38 0 35; 456.7
- 4) Coordenadas geográficas decimais 3D (Long, Lat, Alt): -9.1345; 38.5677; 456.7

Para mais informação: geodesia@dgtterritorio.pt



Interface REST (Serviço Web)

- Um protocolo cliente/servidor sem estado: cada mensagem HTTP contém toda a informação necessária para compreender o pedido.
- Transformação ponto a ponto;
- Integração fácil com outras aplicações web;
- API disponível em www.dgterritorio.pt.



Métodos de transformação de coordenadas e parâmetros

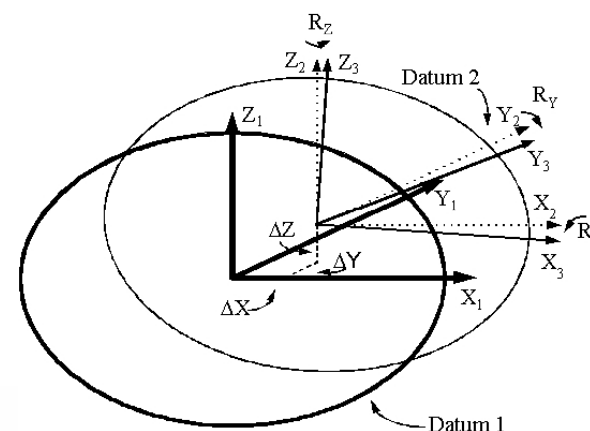
- Transformações consideradas:
 - Bursa-Wolf;
 - Grelhas (NTv2).
- A Direção-Geral do Território disponibiliza os parâmetros de Bursa-Wolf entre os principais sistemas utilizados em Portugal, assim como as Grelhas no formato NTv2 para transformação de coordenadas dos Datum Lisboa e Datum 73 para o Datum ETRS89.

Transformação de Bursa-Wolf

- Transformação no espaço com 7 parâmetros (3 translações, 3 rotações e 1 fator de escala).
- No Geotoolkit, os parâmetros são relativos ao Datum WGS84, que funciona como pivot entre as transformações, incluídos na definição WKT do SRC na chave «TOWGS84».

- Exemplo :

```
...
DATUM["Datum_73",
      SPHEROID["International 1924", 6378388.0, 297.0,
      AUTHORITY["EPSG","7022"]],
      TOWGS84[-230.994,102.591,25.199,0.633,-
      0.239,0.9,1.95],
      AUTHORITY["EPSG","6274"]],
....
```



Bursa-Wolf – Precisão estimada

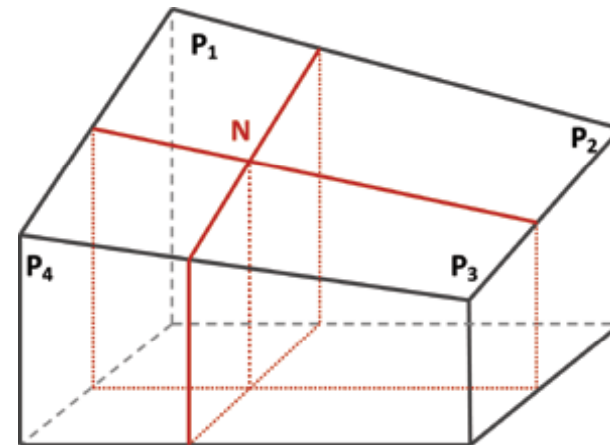
Zona	Transformação	Máximo Absoluto (m)			E.M.Q. (m)		
		M	P	h	M	P	h
Continente	DLx → PT-TM06	5.099	4.146	1.060	1.404	1.493	0.251
Continente	D73 → PT-TM06	1.351	1.080	1.017	0.381	0.359	0.239
Madeira	Base SE → PTR A08	0.122	0.106	1.122	0.051	0.044	0.539
Açores Oriental	Braz → PTR A08	0.081	0.068	0.388	0.024	0.022	0.085
Açores Central	Base SW → PTR A08	0.362	0.092	0.966	0.184	0.044	0.236
Açores Ocidental	Observatório → PTR A08	0.058	0.056	0.160	0.031	0.023	0.077

Análise estatística dos resíduos obtidos na transformação de Bursa-Wolf, para uma amostra de 833 pontos independentes.



Transformação por Grelhas de Diferenças de Coordenadas

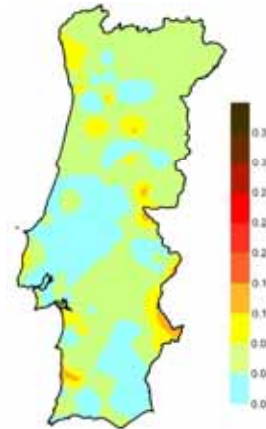
- Transformação dos sistemas Datum Lisboa e Datum 73 para o ETRS89 (**Portugal Continental**);
- Grelhas de diferenças de longitude e latitude com espaçamento de 1'.2, no formato standard NTv2;
- 1129 vértices da 1ª, 2ª e 3ª ordens da Rede Geodésica Nacional observados com GPS;
- **Precisões superiores** aos outros métodos de transformação.



- As diferenças para cada ponto são obtidas por interpolação bilinear.

Grelhas – Precisão estimada

- Precisão estimada com base em 225 vértices geodésicos, observados com GNSS em modo RTK, que não entraram para a criação das grelhas.

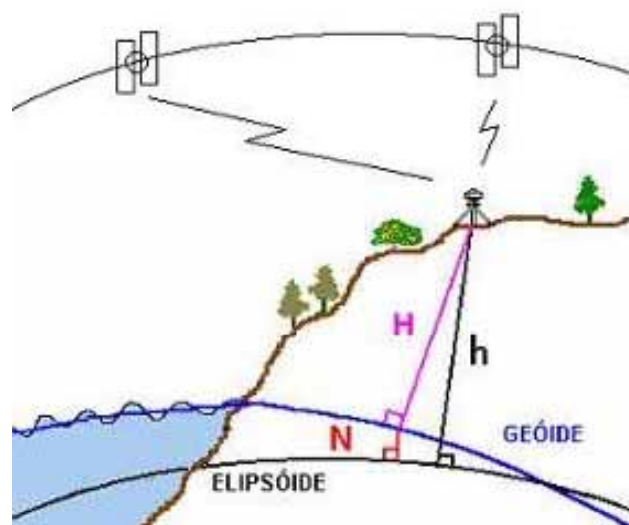


- Distribuição dos resíduos (m) obtidos na transformação por grelhas do sistema Datum 73 para o sistema ETRS89.

- Estatísticas das diferenças entre as coordenadas PT-TM06/ETRS89 oficiais e as resultantes da transformação por grelhas.

Resíduos	Datum Lisboa	Datum 73
Máximo	0.779	0.171
Média	0.162	0.051
Mínimo	0.007	0.001
E.M.Q.	0.200	0.063

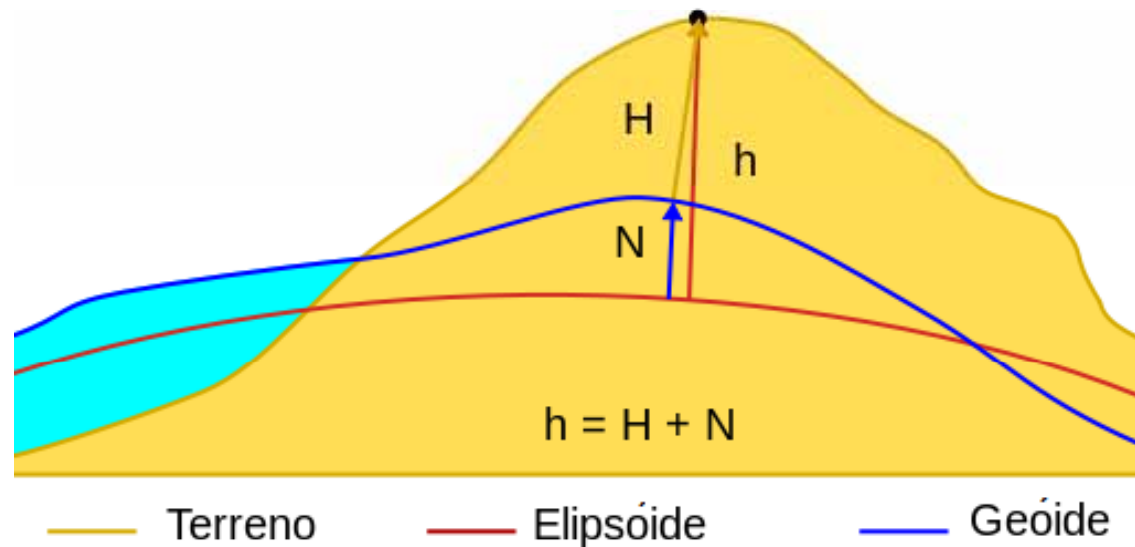
Cálculo da altitude ortométrica



$$H=h-N$$

- H** – **altitude ortométrica** (distância entre o geóide e a superfície terrestre, medida ao longo da linha de prumo);
- h** – **altitude elipsoidal** (distância entre o elipsóide e a superfície terrestre, medida ao longo da normal ao elipsóide);
- N** – **ondulação do geóide** (distância entre o elipsóide e o geóide, medida ao longo da normal ao elipsóide).

Altitudes ortométrica e elipsoidal

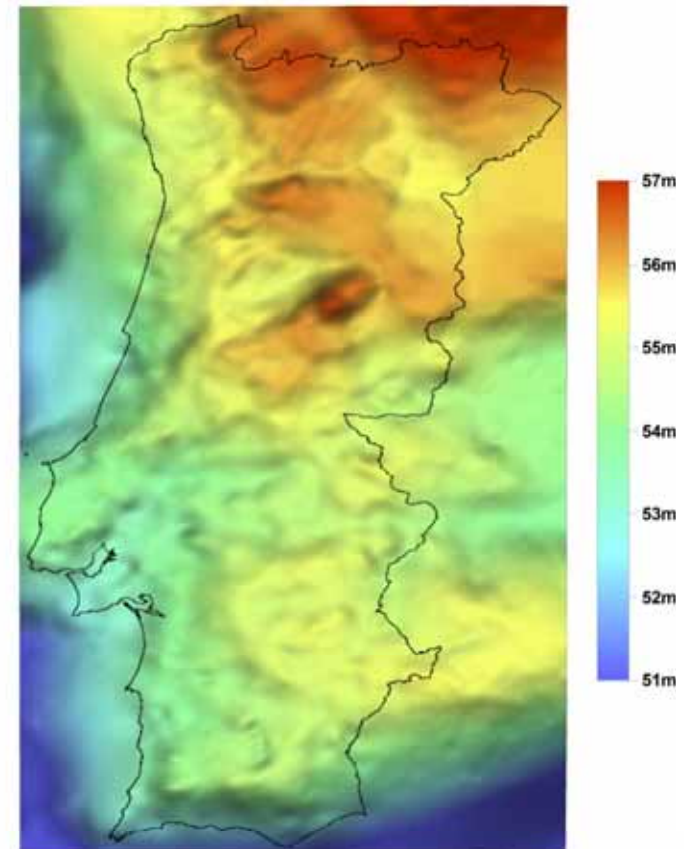
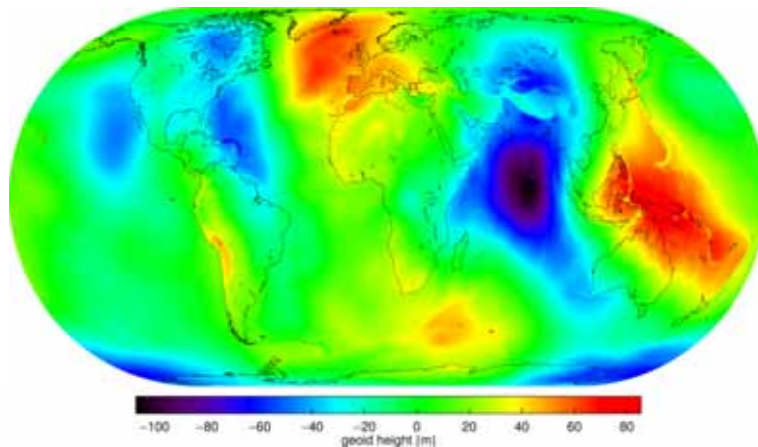


$$N = h - H$$

- N – **ondulação do geóide** (distância entre o elipsóide e o geóide, medida ao longo da normal ao elipsóide);
- h – **altitude elipsoidal** (distância entre o elipsóide e a superfície terrestre, medida ao longo da normal ao elipsóide);
- H – **altitude ortométrica** (distância entre o geóide e a superfície terrestre, medida ao longo da linha de prumo).

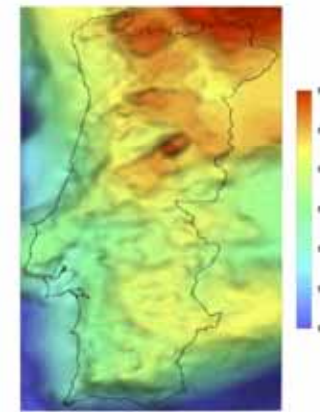
Modelos de Geóide

- **Portugal Continental:** GeodPT08;
- **Açores e Madeira:** modelo geopotencial global EGM96.



GeodPT08

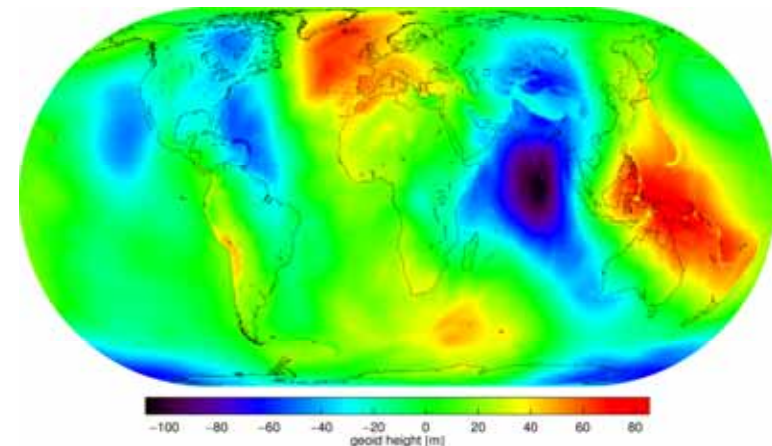
- Modelo gravimétrico de geóide para **Portugal Continental**;
- Elaborado pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa em colaboração com a DGT;
- Determinado por observações gravimétricas e ajustado às redes geodésica e de nivelamento;
- Observações GNSS em 137 marcas de nivelamento e 1020 vértices geodésicos.



- Aferição da qualidade:
 - Diferenças entre as altitudes ortométricas oficiais e as resultantes da aplicação do GeodPT08;
 - **E.M.Q. = 9 cm.**

Modelo geopotencial global EGM96

- Transformação entre altitudes ortométricas e elipsoidais para os Açores e a Madeira;
- A DGT ainda não dispõe de modelos gravimétricos para as ilhas;
- Método de transformação pré-definido na biblioteca do Geotoolkit.



Conclusões

- A utilização de **software livre** e a aplicação das **normas** simplificou o desenvolvimento da aplicação;
- Os ***web services*** possibilitam a integração com outras aplicações;
- A linguagem Java possibilita a **integração** de vários componentes e **escabilidade** da aplicação (interface HTML/ Javascript, *web service*, utilitário .exe);
- O GeoToolkit é uma biblioteca robusta e extensa para o desenvolvimento de aplicações IG.

Desenvolvimentos futuros

Utilitário (.exe) para processar ficheiros com muitos milhares de pontos (**a disponibilizar em breve**).

Melhorar o interface HTML actual.

Web services para outros formatos, e.g. GeoJSON, GML, possibilitando a transformação de coordenadas de outros objectos geográficos (linhas, polígonos).

Utilização de outros métodos de transformação de coordenadas, sistemas de referência e modelos de geóide.