

# REFLEXÕES ACERCA DA UNIFICAÇÃO DOS SISTEMAS VERTICAIS NO ÂMBITO DO SIRGAS-GTIII

*Thoughts on the unification of vertical systems in the framework of  
SIRGAS-WGIII*

---



Silvio R. C. de Freitas



Roberto T. Luz



Vagner G. Ferreira

**Simpósio SIRGAS 2015**

Santo Domingo – República Dominicana

Novembro 18 – 20, 2015



## Terms of Reference – IAG Commission 1

Commission 1 activities and objectives deal with:

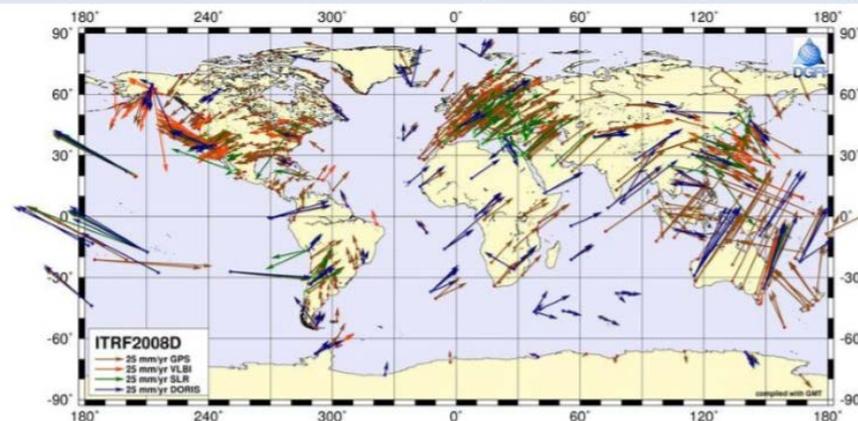
- the theoretical aspects of how best to define reference systems and
- how it can be used for practical and scientific applications.

Commission 1 will closely interact with the other IAG Commissions and:

- ICCT,
  - Services, and
  - GGOS components
- where reference system aspects are of concern.

### Reference frames for geodynamics and global change

IAG's International Terrestrial Reference Frame (ITRF) provides positions and its changes in time of about 600 permanently observing stations with mm-precision: Geodesy is to *measure* geodynamics and global change.



Source: Drewes, H. IUGG 2015. Prague

26<sup>th</sup> IUGG General Assembly, Prague, June 22 – July 2, 2015

# From different spheres to the Global Geodetic Observing System

Hermann Drewes  
International Association of Geodesy (IAG)  
- Secretary General -  
Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut  
Technische Universität München (DGFI-TUM)



U9 "Revolutions in Earth Sciences: from Different Spheres to a Common Globe"

## Termos de Referência IAG – Estruturas Globais



**GGOS** *Global Geodetic Observing System*, um marco fundamental da IAG. Coordena ações e estabelece diretrizes para a Geodésia com base em Comissões, Inter Comissões e Serviços da IAG.



O SIRGAS é parte da IAG como *Sub-Commission 1.3b - "Regional Reference Frames"* e é um Grupo de Trabalho da Comissão de Cartografia do IPGH.



A Resolução 1 da IAG de julho de 2015 "*Definition and realization of an International Height Reference System (IHR)*" → Sistema definido e realizado no espaço do geopotencial ( $W_0 = 62,636,853.4 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$ )

## Termos de Referência IAG: *Resolution 1/2015*

*resolves*

- the following conventions for the definition of an International Height Reference System (see note 1):
  1. the vertical reference level is an equipotential surface of the Earth gravity field with the geopotential value  $W_0$  (at the geoid);
  2. parameters, observations, and data shall be related to the mean tidal system/mean crust;
  3. the unit of length is the meter and the unit of time is the second (SI);
  4. the vertical coordinates are the differences  $-\Delta W_P$  between the potential  $W_P$  of the Earth gravity field at the considered points P, and the geoidal potential value  $W_0$ ; the potential difference  $-\Delta W_P$  is also designated as geopotential number  $C_P$ :  $-\Delta W_P = C_P = W_0 - W_P$ ;
  5. the spatial reference of the position P for the potential  $W_P = W(\mathbf{X})$  is related as coordinates  $\mathbf{X}$  of the International Terrestrial Reference System;
- $W_0 = 62\,636\,853.4 \text{ m}^2\text{s}^{-2}$  as realization of the potential value of the vertical reference level for the IHRs (see note 2).

*Note 1:* Ihde J., Barzaghi R., Marti U., Sánchez L., Sideris M., Drewes H., Foerste Ch., Gruber T., Liebsch G., Pail R.: Report of the Ad-hoc Group on an International Height Reference System (IHRs); In: IAG Reports 2011-2015 (Travaux de l'AIG Vol. 39), <http://iag.dgfi.tum.de/index.php?id=329>.

*Note 2:* Report of Joint Working Group 0.1.1: Vertical Datum Standardization (JWG 0.1.1); In: IAG Reports 2011-2015 (Travaux de l'AIG Vol. 39), <http://iag.dgfi.tum.de/index.php?id=329>.

## Termos de Referência IAG – Implicações



**UN-GGIM** *United Nations Global Geospatial Information Management* ⇒ em fevereiro de 2015, a Assembleia Geral das Nações Unidas tornou pública sua primeira resolução relativa às informações geoespaciais:



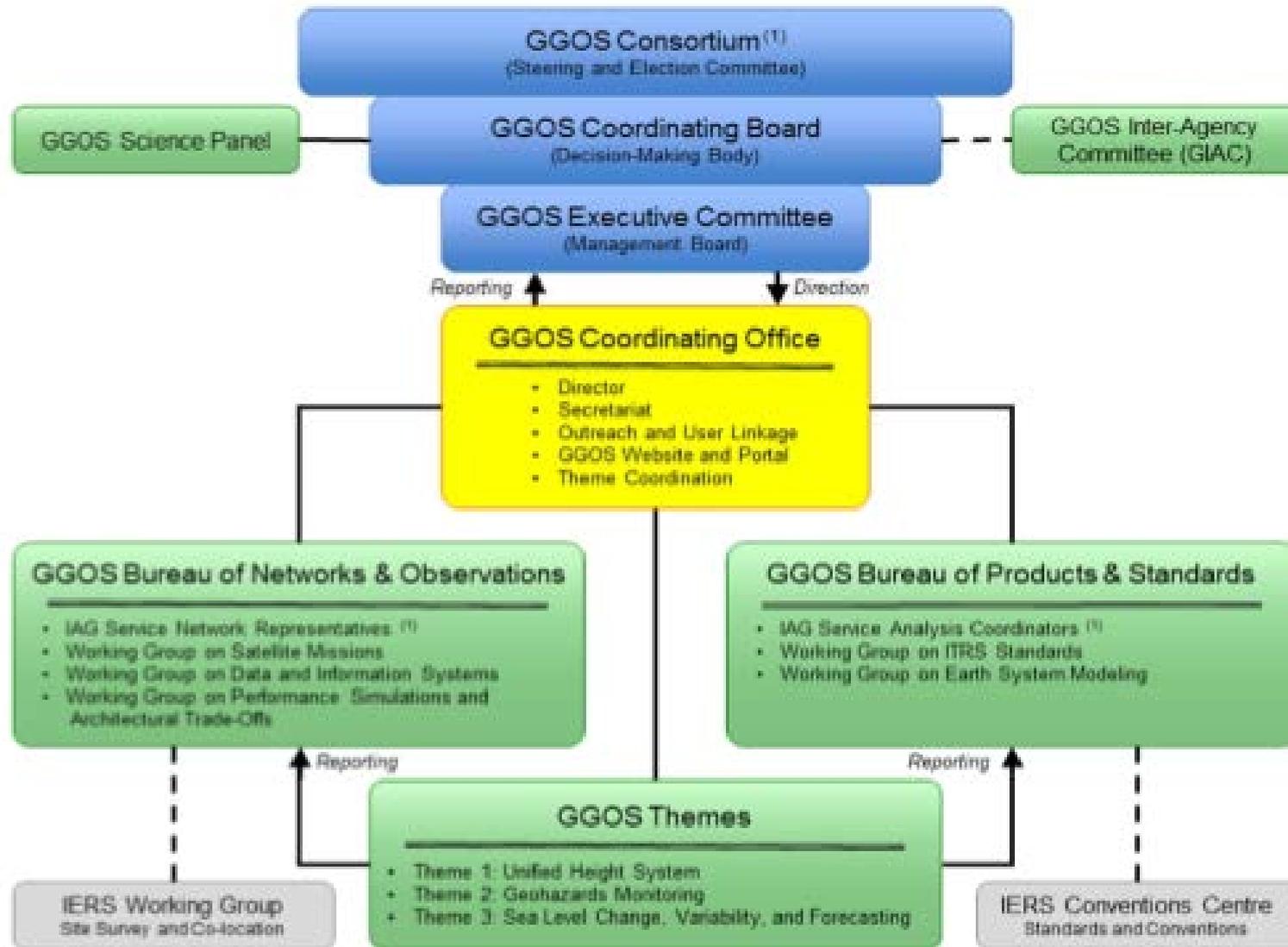
- *A global geodetic reference frame for sustainable development* ⇒ reconhecendo a importância da abordagem coordenada da Geodésia moderna inserida globalmente pela IAG.



São centrais no **GGOS/IAG**:

**Tema 1** – Sistema de Altitudes Unificados;  
**Tema 2** – Monitoramento de catástrofes naturais;  
**Tema 3** – Mudanças do nível do mar, variabilidade espacial e previsão climática.

## Termos de Referência Recentes: O GGOS



<sup>(1)</sup> GGOS is built upon the foundation provided by the IAG Services, Commissions, and Inter-Commission Committees

## Termos de Referência IAG – Estruturas Regionais



Desde 1997 o Grupo de Trabalho III do SIRGAS (SIRGAS-GTIII) atua para o estabelecimento de um Sistema Vertical de Referência para o SIRGAS (SVRS) na América Latina e Caribe.



Modernização dos SVRN e respectivas realizações integradas ao SVRS/IHRS: ⇒ necessidades das aplicações locais, regionais e globais bem como de GGOS.



Estas condições implicam na realização e unificação de Sistemas Verticais de Referência Nacionais (SVRN), cada qual com sua Rede (RVRN) e *Datum* Vertical (DVN) realizados no espaço do geopotencial.

## Sistemas de Altitudes Modernos

O SIRGAS – GTIII busca estabelecer o SVRS com base nos preceitos do IHRIS pela adoção dos números geopotenciais, i.e.,

$$C_P = W_0 - W_P$$

As altitudes métricas com significado físico são dadas por:

$$H_P^K = \frac{C_P}{G_m}$$

Em um sistema vertical particular tem-se:

$$C_{Pi} = W_{0i} - W_P = \int_{0i}^P g dn \cong \sum g_{mj} \Delta n_j$$

As discrepâncias relativas ao IHRIS são dadas por:

$$C_P - C_{Pi} = W_0 - W_{0i} = \delta W_i \cong (U_P + T_P) - \sum g_{mj} \Delta n_j$$

## Preceitos atuais do SIRGAS - GTIII

Os principais preceitos do SIRGAS relativos ao SVRS podem ser sumarizados como:

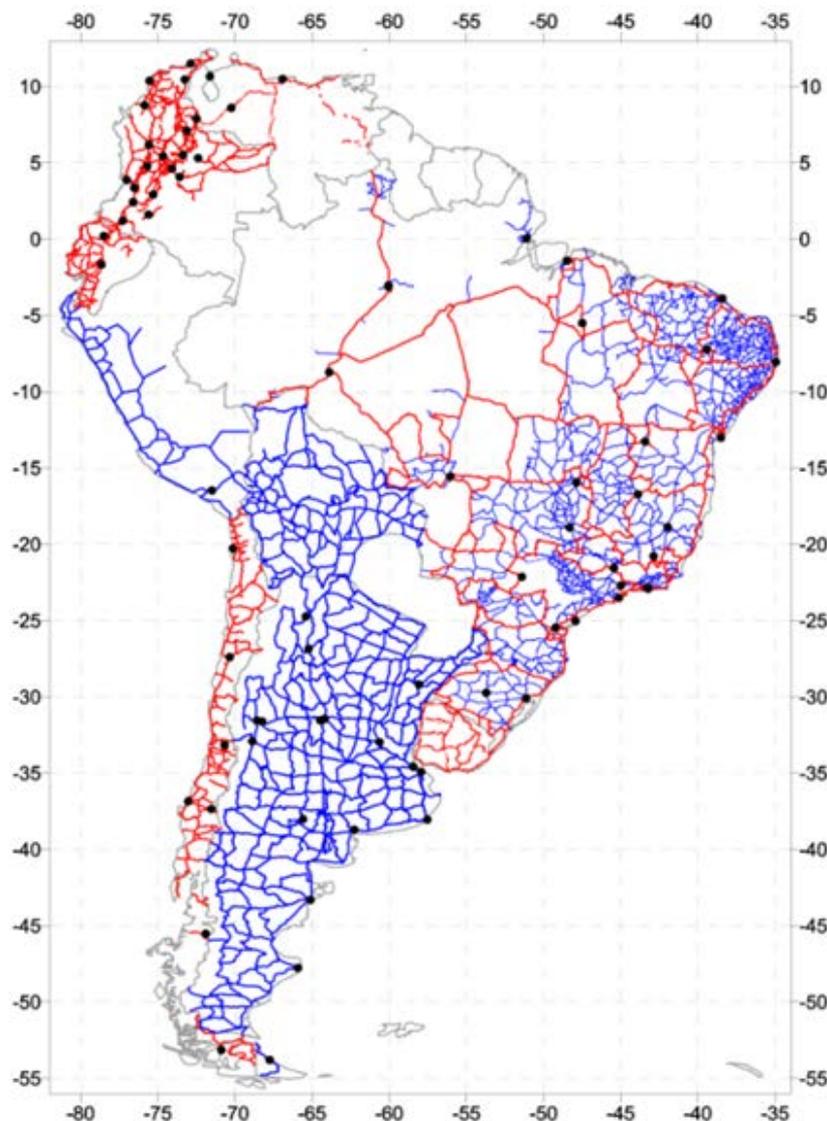
- Referido a um nível de referência global  $W_0$ ;
- Realizado por altitudes físicas adequadas;
- Conectado a componente geométrica do SIRGAS;
- Associado a uma época de referência específica; i.e., ele deve considerar as variações temporais das coordenadas e da rede.

## Aspectos dos SVRN e RVRN no contexto do SIRGAS

Os requisitos mais modernos do GGOS/IHRS não são imediatamente aplicáveis para estabelecer o SVRS:

- Em geral, pobre disponibilidade de dados de nivelamento e de gravimetria bem como vínculo adequado das RVRN com as estações SIRGAS-CON;
- Diferentes estratégias para aquisição e processamento de dados e na modelagem de erros e distorções espaço-temporais;
- Desconhecimento das discrepâncias entre os RVRNs por efeitos indiretos dos *Data* Verticais, distorções internas e épocas de referência das RVRNs.

## Aspectos dos SVRN e RVRN no contexto do SIRGAS



- **Base de dados e de Metadados informados para o SIRGAS – GTIII**
- **Estações SIRGAS – CON associadas às RVRNs**

- **Distribuição heterogênea com grandes vazios;**
- **Só no Brasil, existem 65 mil RNs ligadas por mais de 160 mil km de linhas de nivelamento;**
- **É evidente que soluções convencionais estão afastadas para suprir as deficiências de dados e para a modernização das RVRNs.**

Fonte: Brunini et al. 2011 (<http://www.sirgas.org>)

## Ações recentes do SIRGAS - GTIII

SIRGAS 2011: Identificados problemas relacionados com a realização do SVRS com base no ajustamento de números geopotenciais:

- Heterogeneidade do conhecimento com respeito aos preceitos científicos modernos para a definição e realização de sistemas verticais;
- Deficiência geral relacionada com a organização de bases de dados necessárias e também com consistência para propósitos de intercâmbios e uso em projetos multinacionais;

## Ações recentes do SIRGAS - GTIII

- SIRGAS *Workshop on Vertical Datum Unification* realizado no Rio de Janeiro em 2012 principalmente dirigido sobre conceitos básicos sobre sistemas verticais e estratégias para processamento de dados;
- A Primeira Escola sobre Sistemas Verticais de Referência foi realizada em La Paz em associação com o Simpósio SIRGAS 2014 ⇒ Aspectos científicos e práticos relacionados com Sistemas Verticais Modernos, IHRS, ajustamento de observações, gravimetria, números geopotenciais, bases e inventário de dados, novas ferramentas da Geodésia, solução do PVCG, estratégias modernas para conexão de redes verticais e unificação de *Data* verticais;

## Ações recentes do SIRGAS - GTIII

A Escola foi repetida em uma versão mais compacta em Curitiba como parte do *Taller para consolidación de estrategias hacia la unificación de las Redes Verticales de los países miembros del SIRGAS*.

- Neste *Taller* foram disponibilizadas ferramentas computacionais para tratamento de dados de levantamentos altimétricos, gravimétricos, geração de números geopotenciais e ajustamento das redes verticais com base em números geopotenciais;
- Neste *Taller* foi ensaiado um primeiro ajuste continental de números geopotenciais;
- Devido os diferentes estágios de formação do pessoal, disponibilidade e desenvolvimento das bases de dados nacionais, somente resultados parciais.

## Recomendações gerais do SIRGAS - GTIII

- SIRGAS sugere como altitude física as altitudes normais.
- SVRS é recomendado ter como coordenadas verticais primárias os números geopotenciais referidos a um valor de  $W_0$  global tal como o do IHRS (IAG Resolution 1/2015);
- Na realização dos SVRNs cada país membro pode introduzir a altitude física que lhe aprouver com sua respectiva superfície de referência: o geoide ou o quasegeoide.

# Taller SVRS 2015

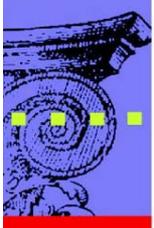
## CONDICIONES FUNDAMENTALES:

- Los participantes deberán providenciar datos correlatos a las redes verticales de sus países, mismo que parciales para ejercicios prácticos reales. Los datos deseados son los desniveles observados sobre algunos circuitos así como datos gravimétricos existentes en las respectivas regiones. Seran bienvenidos datos GPS/niv.
- Los participantes deben proveer metadatos, lo más completos posibles de sus países, relativos a las estructuras geodésicas existentes en sus países. Los datos deben contemplar características, precisiones, distribución, etc. en un primero momento en formato tipo EXCEL o TXT, de:
  - Informaciones sobre el Datum Vertical (tipo, ubicación, periodo y forma de definición/realización, ...);
  - Red Vertical de Referencia y gravimetría;
  - Informaciones complementarias (e.g. GPS/Niv/gravimetría)

## Recomendações específicas do SIRGAS - GTIII

Para a sequência das atividades do SIRGAS GTIII para o estabelecimento do SVRS tem-se a expectativa:

- Protagonismo dos países membros na organização das bases de dados e determinação de números geopotenciais;
- Identificação de vínculos possíveis com países vizinhos;
- *Taller* em 2016 (no Equador?) para uma primeira solução do SVRS na América do Sul;
- *Taller* na Costa Rica em 2017 integração da América Central na solução e encaminhamento para Caribe.



MUITO OBRIGADO!!!