

Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE
Diretoria de Geociências
Coordenação de Geodésia

**Análise do Nível Médio do Mar nas
Estações da Rede Maregráfica
Permanente para Geodésia - RMPG
2001/2015**

Rio de Janeiro
2016

Apresentação

A Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG) atende aos requisitos fundamentais da Geodésia moderna, com informações contínuas e de longo prazo do nível médio do mar (NMM), parâmetro essencial à definição e realização de sistemas geodésicos de referência no Brasil. Este Relatório tem como objetivo apresentar os resultados referentes à variação do NMM nas estações da RMPG, com análise das observações de controle geodésico e da deriva dos sensores maregráficos. Assim, constitui-se em documento essencial não apenas para a correta utilização e refinamento da componente vertical do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), como também para o desenvolvimento das atividades inerentes ao gerenciamento costeiro e estudos ambientais.

Wadih João Scandar Neto
Diretor de Geociências

Sumário

1. Introdução	2
2. Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG)	6
3. Processamento e Análise das Observações	11
3.1 Controle de qualidade preliminar e preenchimento de grandes lacunas	11
3.2. Crítica e filtragem dos arquivos diários	12
3.3. Análise harmônica	12
3.4. Teste de Van de Casteele	14
3.5. Análise de deriva instrumental dos sensores eletrônicos	15
3.6. Análise e ajustamento dos dados de controle geodésico	17
4. Resultados Preliminares	21
4.1 Dos ajustamentos das séries históricas de controle geodésico	21
4.2 Das derivas instrumentais	22
4.3 Dos níveis médios mensais corrigidos da deriva instrumental e vinculados ao SGB	24
5. Comentários Finais e perspectivas	34
Referências	37
Anexos	43
Equipe Técnica	59

1. Introdução

As altitudes fundamentais do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) referem-se ao nível médio do mar, assim como na maioria dos sistemas geodésicos tradicionais ao redor do globo. Em grande parte do território brasileiro, o valor específico de nível médio do mar que serviu de base para a definição do chamado Datum Altimétrico Brasileiro foi obtido a partir de medições do nível d'água no Porto de Imbituba, entre os anos de 1949 e 1957, com o marégrafo estabelecido e operado pelo *Inter-American Geodetic Survey*, IAGS (ALENCAR, 1990). Além de Imbituba, o IAGS também implantou e operou estações maregráficas em outras localidades da costa brasileira até 1971, quando suas atividades no Brasil foram encerradas (LUZ, 2008, p.84).

Devido à impossibilidade de cruzamento da região do estuário do Rio Amazonas e Ilha de Marajó com nivelamento geométrico de alta precisão, não se referem ao Datum de Imbituba as altitudes do Estado do Amapá, estabelecidas nos anos de 1980 e 1981 a partir do valor de nível médio do mar obtido no Porto de Santana entre 1957 e 1958.

Após o fim da cooperação técnica entre o IAGS e o governo brasileiro (1948-1971), o monitoramento permanente e sistemático do nível do mar ao longo da costa brasileira foi realizado pela então Portobras (LUZ, GUIMARÃES, 2003). A extinção deste organismo, em 1990, levou a uma significativa redução desta atividade, que se restringiu às poucas estações permanentes operadas por instituições como a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), da Marinha do Brasil, o Instituto de Pesquisas Hidroviárias (InPH) e o Instituto Oceanográfico (IO) da USP.

Então, em 1993, a Sociedade Brasileira de Cartografia (SBC) e a Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH) enfatizaram a necessidade de se estabelecer condições necessárias para o estabelecimento de uma Rede Maregráfica Brasileira de forma permanente e de acordo com os padrões internacionais de distribuição espacial, operacional e de análise de dados (NEVES et al., 1997).

Nesse mesmo ano, o IBGE iniciou a operação experimental de um marégrafo em Copacabana, que se manteve ativo até março do ano seguinte. Em maio de 1994, a SBC formou um Grupo de Trabalho sobre o Nível do Mar, com o propósito de projetar e

estabelecer uma rede maregráfica no país. Diante das dimensões continentais do Brasil, as diversas instituições participantes iniciaram um projeto piloto no estado do Rio de Janeiro. Nesse projeto, intitulado Rede Litoral-Rio, as instituições já monitoravam, simultaneamente, em 1996, o nível do mar em 6 pontos distintos do Estado do Rio de Janeiro (NEVES et al., 1997).

Neste contexto, a Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG) foi proposta pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Federal do Paraná (UFPR) ao IBGE em 1996 (LUZ, NEVES, FREITAS, 1996), com o objetivo de subsidiar a vinculação temporal e espacial dos *Data Verticais Brasileiros (DVB)* em Imbituba e Santana aos demais níveis de referência maregráficos utilizados na cartografia náutica e na engenharia costeira (IBGE, 2013). Atualmente, a RMPG conta com cinco estações distribuídas ao longo da costa brasileira, e estuda-se a possibilidade de ampliação da rede. Conforme citado por IBGE (2013), novas possibilidades de uso dessas informações foram se desenvolvendo ao longo do tempo, como, por exemplo, a interface com as missões altimétricas espaciais, auxiliando a modelagem da topografia do nível médio do mar (TNMM) ao longo da costa brasileira, e a inclusão dessas informações na modelagem matemática do Problema de Valor de Contorno Geodésico (PVCG).

Outra demanda atual dos dados gerados pela RMPG é ligada ao gerenciamento costeiro, em suas diversas vertentes socioeconômicas e ambientais. Com uma extensão litorânea de mais de 7 mil quilômetros, onde se localizam várias capitais e regiões metropolitanas com ampla infraestrutura (portos, rodovias, redes de água e esgoto etc), e uma população superior a 50 milhões de habitantes, o Brasil é um país com grande vulnerabilidade à elevação do nível médio do mar e eventos naturais extremos. Para o correto planejamento de medidas preventivas é fundamental observar as variações do nível do mar na região costeira e correlacioná-las com as informações de altitude dos mapas topográficos que orientam governos municipais e estaduais no controle e ocupação do solo (LUZ et al., 2014).

Estudos internacionais (SLOBBE, KLEES, 2012; TURNER et al., 2013; PINEAU-GUILLOU, 2008) apontam a relevância e necessidade dessa integração altimétrica costeira, pois embora o nível do mar não seja estático, ele é usado como referência em medições ambientais, para construções de obras civis, para estabelecimento de cotas

de segurança para planejamento urbanístico, entre outros usos. Nesse contexto, a existência de informações altimétricas integradas (altitudes x profundidades) é essencial para a correta avaliação dos riscos costeiros. No Brasil, essa condição não é satisfeita, devido à descontinuidade entre os níveis de referência ("zeros") das elevações dadas pela cartografia terrestre e das profundidades mostradas na cartografia náutica, bem como à inexistência das informações necessárias à integração destes referenciais. Apesar de existirem diferentes iniciativas em curso no Brasil para estabelecimento de metodologias de mapeamento da vulnerabilidade costeira a erosão e inundação, essa diferença nos referenciais é relevante na análise de variações do nível do mar, o que dificulta determinar a "linha de costa" nesses mapas. Conseqüentemente, é alto o grau de incerteza na quantificação dos efeitos, em terra firme, da elevação do nível médio do mar e no estabelecimento das respectivas medidas de adaptação e mitigação.

Recentemente, a Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR) estabeleceu, a partir de uma demanda do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o Comitê de Integração das Componentes Verticais Terrestre e Marítima (CICVTM, 2016), com o objetivo de desenvolver estudos coordenados de metodologias de integração altimétrica dos referenciais verticais na zona costeira, através do refinamento do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), que viabilizem a correta avaliação dos riscos de inundação costeira em decorrência das mudanças climáticas. Nesse contexto, em parceria com o MMA e o CICVTM, e o apoio do programa de cooperação técnica Diálogos Setoriais entre Brasil e União Européia, o IBGE realizou, em junho de 2016, no Rio de Janeiro, a primeira oficina de trabalho sobre o tema. O evento contou com a participação de peritos internacionais e diversas instituições brasileiras envolvidas com o tema.

Assim, dando seqüência aos estudos mostrados por IBGE (2013), neste documento é apresentada e discutida a análise preliminar dos arquivos de dados diários de nível do mar nas estações da RMPG, no período 2001/2015, e sua vinculação ao SGB. Para subsidiar estes estudos, são apresentadas análises dos históricos dos controles geodésicos das estações maregráficas, incluindo a verificação do desempenho dos diversos sensores ("teste de Van de Casteele") e a correção de derivas instrumentais, a fim de minimizar os efeitos não-oceânicos. Por fim, são apresentados os relatórios atualizados de correlação dos níveis de referência das

estações da RMPG, com vinculações ao SGB. Também são apresentadas informações relevantes atualizadas da RMPG.

Rede Maregráfica Permanente Para Geodésia



Figura 1 – Cartograma das estações da RMPG com a Rede Altimétrica do SGB; as datas referem-se à instalação dos marégrafos analógicos e eletrônicos.

2. Rede Maregráfica Permanente para Geodésia (RMPG)

Dando continuidade ao processo de modernização, padronização e ampliação da RMPG, o IBGE, a partir de 2013, iniciou diversos estudos de melhorias com os seguintes destaques:

- A rotina diária de controle de qualidade e disponibilização das observações com o sistema MAREGRAF, desenvolvido pelo IBGE, impulsionou de forma significativa as atividades antes realizadas em planilha eletrônica conforme descrito em IBGE (2013). Vislumbra-se, em curto prazo, a disponibilização dos dados em tempo quase-real, além da intenção de que o próprio usuário monte seu gráfico, já que os dados disponibilizados atendem não apenas à finalidade geodésica para a qual foi criada a RMPG, como também a outros atores envolvidos com atividades litorâneas, inclusive estudos de vulnerabilidade costeira à elevação do nível médio do mar e eventos naturais extremos;

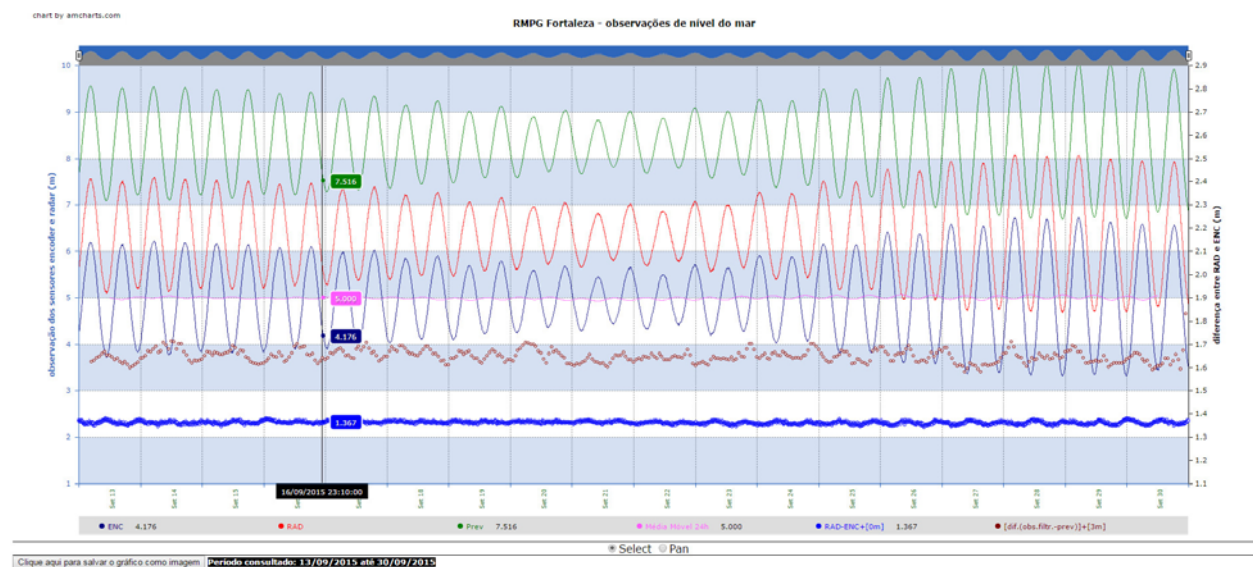


Figura 2 – Gráfico gerado pelo Sistema MAREGRAF, desenvolvido pelo IBGE

- Outra atividade essencial foi a regularização de todos os Acordos de Cooperação Técnica (ACT), que garantem o arcabouço legal necessário à instalação e operação dos equipamentos, para que o objetivo de monitoramento contínuo e permanente seja alcançado. Além disso, novas parcerias foram estabelecidas, seja para fins de ampliação da RMPG, seja para intercâmbios de dados, informações e treinamento. Entre os acordos firmados, estão o do Porto de Imbituba, referente à mudança de gestor (SCPPart Porto de Imbituba, novo

parceiro do IBGE), e o do Porto de Fortaleza, que teve seu ACT renovado com a Companhia Docas do Ceará (CDC). Quanto ao Porto de Santana, com a Companhia Docas de Santana (CDSA), o ACT já estava ativo desde 2012. A estação da RMPG em Salvador encontra-se na Capitania dos Portos, cujo ACT está sendo tratado com a Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). A estação de Macaé foi desativada em 2015, por não haver possibilidade de renovação do acordo firmado entre o IBGE e a Petrobrás em 2004. Entre as novas parcerias, destaca-se o ACT com o Projeto Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira (SiMCosta) da Sub-Rede Zonas Costeiras do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Mudanças Climáticas (INCT-MC), operacionalizado pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG), com o apoio do Fundo Clima do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). No contexto do SiMCosta, a FURG adquiriu recentemente 12 estações meteomaregráficas, das quais 4 serão operadas pelo IBGE na estrutura já estabelecida para a RMPG. O projeto visa à implantação e manutenção de uma rede de monitoramento em fluxo contínuo de variáveis oceanográficas e meteorológicas ao longo da costa brasileira (SIMCOSTA, 2014);



Figura 3 – Estação meteomaregráfica do projeto SiMCosta da FURG operada pelo IBGE em Santana.

- Em relação à repotencialização da RMPG, a única estação que sofreu modificação foi a estação maregráfica de Imbituba (EMIMB), que passou a contar, a partir de 2013, com um sensor tipo Encoder, possuindo atualmente 2 (dois) sensores digitais. Além disso, a EMIMB passou a transmitir em tempo quase-real via GSM. Outra inovação em Imbituba foi a instalação de tampa cônica na extremidade inferior do poço de tranquilização, que minimiza a influência de ondas e correntes sobre o nível d'água interno (LENNON, MITCHELL apud IBGE, 2013). Essa estação era a única que não possuía a tampa;
- No que tange ao controle geodésico de estações maregráficas, ou CGEM (IBGE, 2010), foram implementadas a utilização do nível eletrônico e a instalação de dispositivos de centragem forçada (DCF) próximos às estações maregráficas (EM). O primeiro trouxe benefícios significativos em relação ao tempo de execução da atividade, pois proporciona uma menor necessidade de repetição de sessões, e corpo técnico reduzido, tornando a atividade menos onerosa. Já os DCF's foram instalados nas proximidades das EM, em pontos passíveis de nivelamento, passando, assim, a compor os circuitos de CGEM. Os objetivos dessa configuração são: garantir maior qualidade nos levantamentos GNSS (*Global Navigation Satellite Systems*) na determinação dos desníveis geoidais no entorno das EM; posicionamento geocêntrico, isto é, a determinação das coordenadas elipsoidais (longitude, latitude e altitude) possibilitando a transformação para o mesmo sistema de referência das observações de Altimetria por Satélites (ALTSAT) (IBGE, 2010); e controle das estações de monitoramento contínuo de sinais dos sistemas globais de navegação e posicionamento por satélites ("*continuously global navigation satellite systems*", CGNSS) da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo dos Sistemas GNSS (RBMC) integradas às estações da RMPG.

Todo esse cuidado visa à detecção e quantificação dos movimentos verticais de origem não oceânica (crosta terrestre, estruturas de suporte dos sensores, etc), para posterior correção das observações maregráficas. Em relação a esse aspecto, ainda existe a dificuldade apontada em IBGE (2013) na definição da taxa de variação das CGNSS próximas às EM, em função da descontinuidade das respectivas séries

temporais devido à mudança de sistema de referência do IGS05 para IGS08. A provável mudança de referencial para o IGS13 (IGS, 2014), e a necessidade de reprocessar dados pretéritos, tornam essa etapa lenta e onerosa, porém essencial na definição da variação absoluta do NMM na costa brasileira.

Informações mais detalhadas acerca de aspectos históricos e instrumentais da RMPG são apresentados em IBGE (2010, 2013) e LUZ, GUIMARÃES (2003).

As relações entre os níveis de referência utilizados pelos diversos elementos de uma estação maregráfica são mostradas na Figura 4.

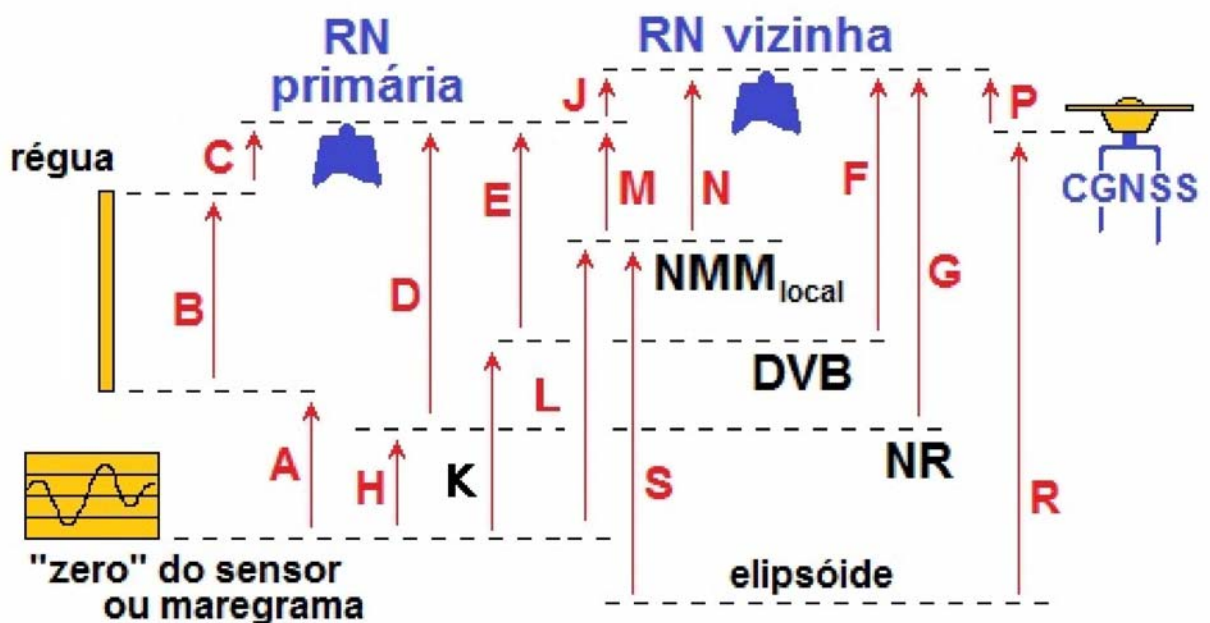


Figura 4 – Relações entre os níveis de referência em uma estação maregráfica.

Descrições detalhadas dos mesmos podem ser encontradas em IBGE (2009, 2010).

- A. Desnível entre os “zeros” dos marégrafos e da régua, resultante da aferição dos sensores (“teste van de Castelee”)
- B. Leitura nominal do pino/topo da régua
- C. Desnível do pino/topo da régua até a referência de nível (RN) primária (nivelamento geométrico da régua)
- D. Altura da RN primária acima do Nível de Redução (“NR”), informada pela DHN

- E. Altitude da RN primária referida ao Datum Vertical Brasileiro (DVB, Imbituba ou Santana), obtida no Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE
- F. Altitude da RN vizinha referida ao DVB (BDG)
- G. Altura da RN vizinha acima do NR, informada pela DHN
- H. Constante a ser subtraída das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR
- J. Desníveis entre as referências de nível (RRNN) primária e vizinha (nivelamento de CGEM)
- K. Constante a ser subtraída das leituras do marégrafo para referenciá-las ao DVB, **foco do presente relatório**
- L. Nível médio local obtido das leituras do sensor/maregrama
- M. Altura da RN primária acima do nível médio local
- N. Altura da RN vizinha acima do nível médio local
- P. Desníveis entre as RRNN primária/vizinhas e o ponto de referência da estação de monitoramento CGNSS (nivelamento de CGEM)
- R. Altitude elipsoidal da estação CGNSS, resultante do processamento das respectivas observações com metodologia específica
- S. Altitude elipsoidal do nível médio local, obtida via nivelamento de CGEM entre as RRNN e a estação CGNSS.

3. Processamento e análise das observações

Para a realização das diversas etapas de tratamento das observações, discutidas nas próximas seções, foram utilizadas as seguintes soluções computacionais, já utilizadas em 2013, além da inclusão de um programa para o ajustamento dos CGEM's:

- a. CRITNM e SLPLAC: crítica e filtragem dos dados dos arquivos diários e geração dos arquivos anuais no formato SLPR2 (LUZ, 2008);
- b. GHOST: *software* canadense denominado *Geodetic adjustment using Helmert blocking Of Space and Terrestrial data*, que permite o ajustamento simultâneo de grandes redes geodésicas e utilizado no último reajustamento da rede altimétrica brasileira (IBGE, 2011).
- c. MAREGRAF: Sistema para tratamento das observações dos maregrafos eletrônicos, e sendo preparado para servir de base para a implementação de todos os demais processamentos necessários à RMPG;
- d. correção da vetorização dos maregramas: algoritmo implementado em ambiente de planilha eletrônica, para realizar as transformações de coordenadas necessárias à compatibilização das informações extraídas dos maregramas e as observações dos sensores eletrônicos; e
- e. SLPR2: conjunto de programas desenvolvido pela Universidade do Hawaii para análise de observações maregráficas (CALDWELL, 2001).

3.1. Controle de qualidade preliminar e preenchimento de grandes lacunas

Etapa inicial utilizando-se a plataforma MAREGRAF em substituição a planilha eletrônica e ao PCDFormata (IBGE, 2013, p.17). Assim, os dados brutos recebidos no Centro de Controle da RMPG passam por um controle de qualidade simplificado, por meio de gráficos padronizados da variação de nível do mar observada por cada sensor e das diferenças entre eles, e em relação aos níveis previstos (IBGE, 2013). Como resultado do controle de qualidade preliminar, são gerados arquivos diários padronizados, que são disponibilizados na área de ftp público do sítio do IBGE na internet.

Nos casos de falha instrumental, os arquivos diários são gerados diretamente a partir do tratamento dos registros gráficos (maregramas), cujos procedimentos são descritos em IBGE (2013). Foram recuperados vários meses de Imituba e Macaé, e lacunas consideráveis de ausência de dados foram preenchidas. Entretanto, trata-se de uma análise muito criteriosa, com diversos parâmetros de controle e extremamente morosa, e ainda não agregada ao sistema MAREGRAF.

Os arquivos diários padronizados são o insumo básico do reprocessamento apresentado e discutido neste Relatório.

3.2. Crítica e filtragem dos arquivos diários

A partir dos arquivos diários padronizados, já disponíveis na internet, utilizou-se as ferramentas: CRITNM, para crítica e filtragem dos arquivos diários, auxiliando a detecção de possíveis problemas nos arquivos diários, assim como confirmação de lacunas; e SLPLAC, utilizado na transformação de arquivos diários em arquivos anuais formatados para o sistema SLPR2, com preenchimento de pequenas lacunas e filtragem das componentes de alta frequência do sinal de maré (IBGE, 2013, p.27).

3.3. Análise harmônica

Os arquivos anuais foram submetidos ao sistema SLPR2 e as componentes harmônicas por ele determinadas serviram de base à previsão da maré para o mesmo período e o cálculo dos respectivos resíduos. A análise dos conjuntos anuais de resíduos permitiu selecionar o ano com observações mais consistentes, que serviram de base para o cálculo de uma nova previsão de maré para todo o período de trabalho, gerando, conseqüentemente, um conjunto homogêneo de resíduos, mostrados na Figura 5.

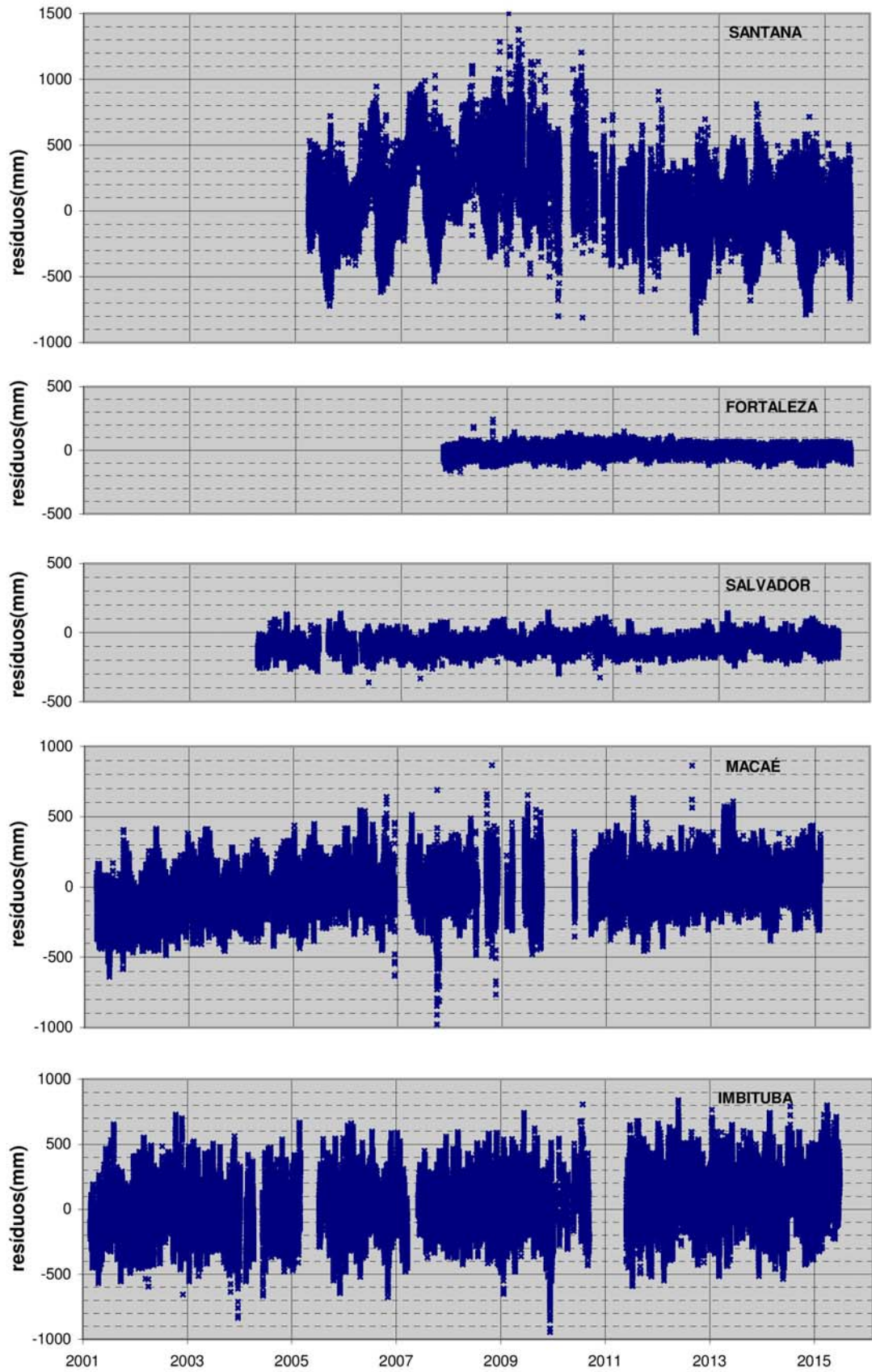


Figura 5 – Resíduos homogêneos das diferenças entre os níveis observados e suas respectivas previsões a partir da análise dos componentes harmônicos de melhor aderência.

Não houve avanço nos resultados da estação de Santana com o SLPR2, e os resultados apresentados possuem qualidade significativamente inferior aos das demais estações da RMPG. O SLPR2 não é adequado para o tratamento da maré com forte influência da vazão fluvial – o próprio Rio Amazonas, no caso da estação de Santana –, e outro sistema computacional para processamento e análise de dados de maré (o PACMARE, descrito por FRANCO, 2009) foi analisado. Entretanto, não foi possível, até o momento, realizar a análise harmônica de longos períodos com significativas ausências de dados no PACMARE. Outra questão é a análise de deriva dos sensores eletrônicos, apresentada nesse relatório, que também não contempla Santana, devido ao mesmo tipo de dificuldade. Assim, os resultados preliminares apresentados neste Relatório não incluem informações referentes à estação da RMPG em Santana, AP.

3.4. Teste de Van de Castele

Questões relacionadas à qualidade das medições maregráficas ganharam força com a modernização de equipamentos e as recentes preocupações com a elevação do nível médio do mar. A Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI), no primeiro volume do seu manual sobre medição e interpretação do nível do mar, recomenda a aplicação do procedimento experimental criado por Charles Van de Castele (IOC, 1985).

Recentemente, Miguez et al. (2008) realizaram ensaios do teste de Van de Castele em equipamentos modernos, chegando-se à conclusão de que, apesar do experimento ter sido criado na era mecânica dos marégrafos, o mesmo continua útil e eficiente na detecção de certas imperfeições e falhas dos marégrafos.

Além disso, o teste de Van de Castele permite determinar a relação entre os diferentes referenciais instrumentais (“zeros” da régua e dos sensores) (DALAZOANA et al., 2005). O teste consiste na comparação, durante um ciclo completo de maré, de leituras realizadas simultaneamente a cada 15 minutos por cada sensor e na régua maregráfica. No quadro de correlação de níveis de referência de cada estação maregráfica da RMPG (Figura 4), os resultados do Teste de Van de Castele correspondem à letra A.

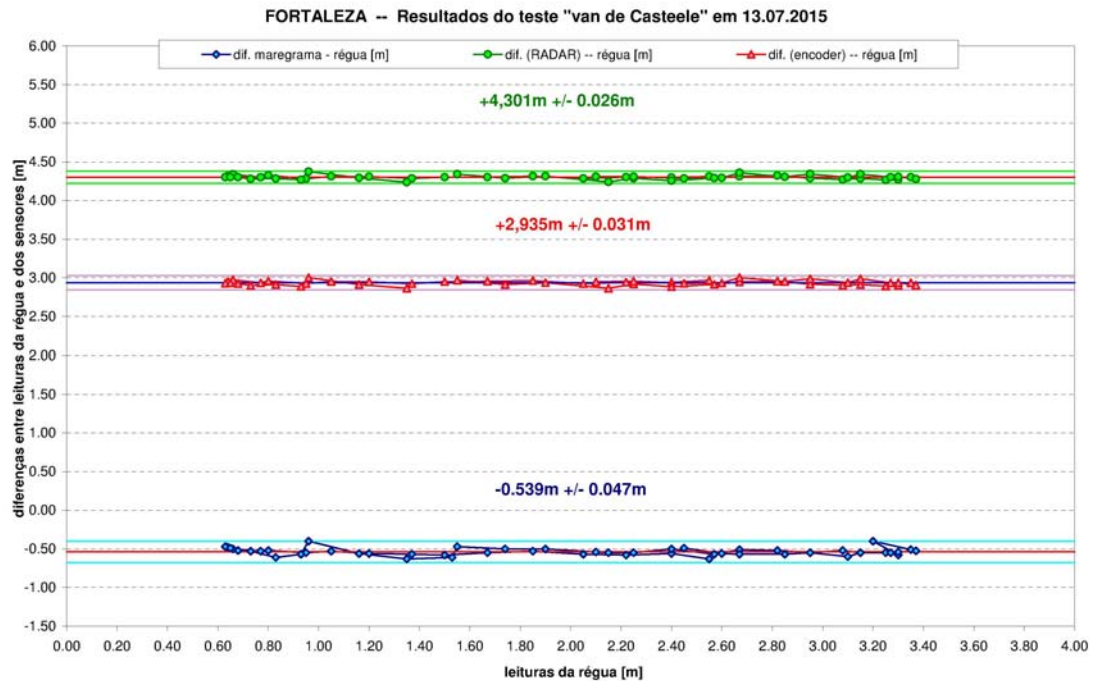


Figura 6 – Teste de Van de Castelee realizado na EM de Fortaleza em julho de 2015.

3.5. Análise de deriva instrumental dos sensores eletrônicos

A partir dos relatos sobre a ocorrência de deriva instrumental em sensores de pressão hidrostática (e. g., ROSENBERRY, 1990; IOC, 1993; POST, VON ASMUTH, 2013), confirmados por SANTOS (2010) para a estação maregráfica de Macaé (EMMAC), foram aprimoradas e ampliadas as análises deste último autor para todas as estações da RMPG, a fim de identificar derivas nos seus sensores eletrônicos (radar, encoder, pressão), e determinar uma possível função corretiva para a série histórica.

Inicialmente, foi analisada a série histórica dos nivelamentos de régua, para garantir a posição da mesma, já que as leituras de régua constituem a referência para o controle da deriva dos instrumentos eletrônicos. Após essa etapa inicial, foram realizadas comparações das leituras dos sensores eletrônicos com as respectivas leituras da régua de marés. Tratando-se de análise do mesmo parâmetro (nível d'água), nos mesmos horário e local, e sob as mesmas condições meteorológicas, o resultado ideal dessa comparação é uma reta de coeficiente angular zero, no gráfico das diferenças entre leituras em função das leituras de régua (Figura 7).

Os resultados preliminares não indicaram deriva significativa nas estações de Fortaleza e Salvador, que operam com sensores radar e encoder. A pequena série temporal analisada de Fortaleza se justifica, com a inatividade do marégrafo analógico que apresentou problemas mecânicos durante um longo período. Já as estações de Macaé e Imbituba apresentaram uma deriva acentuada, e funções corretivas preliminares foram necessárias para minimizar os efeitos na série histórica. A primeira análise utilizando uma função linear mostrou que havia problemas na série (Figura 7). Como refinamento dessa primeira aproximação, a série foi dividida de acordo com as grandes lacunas, e funções corretivas foram aplicadas por período, conforme discutido no próximo capítulo.

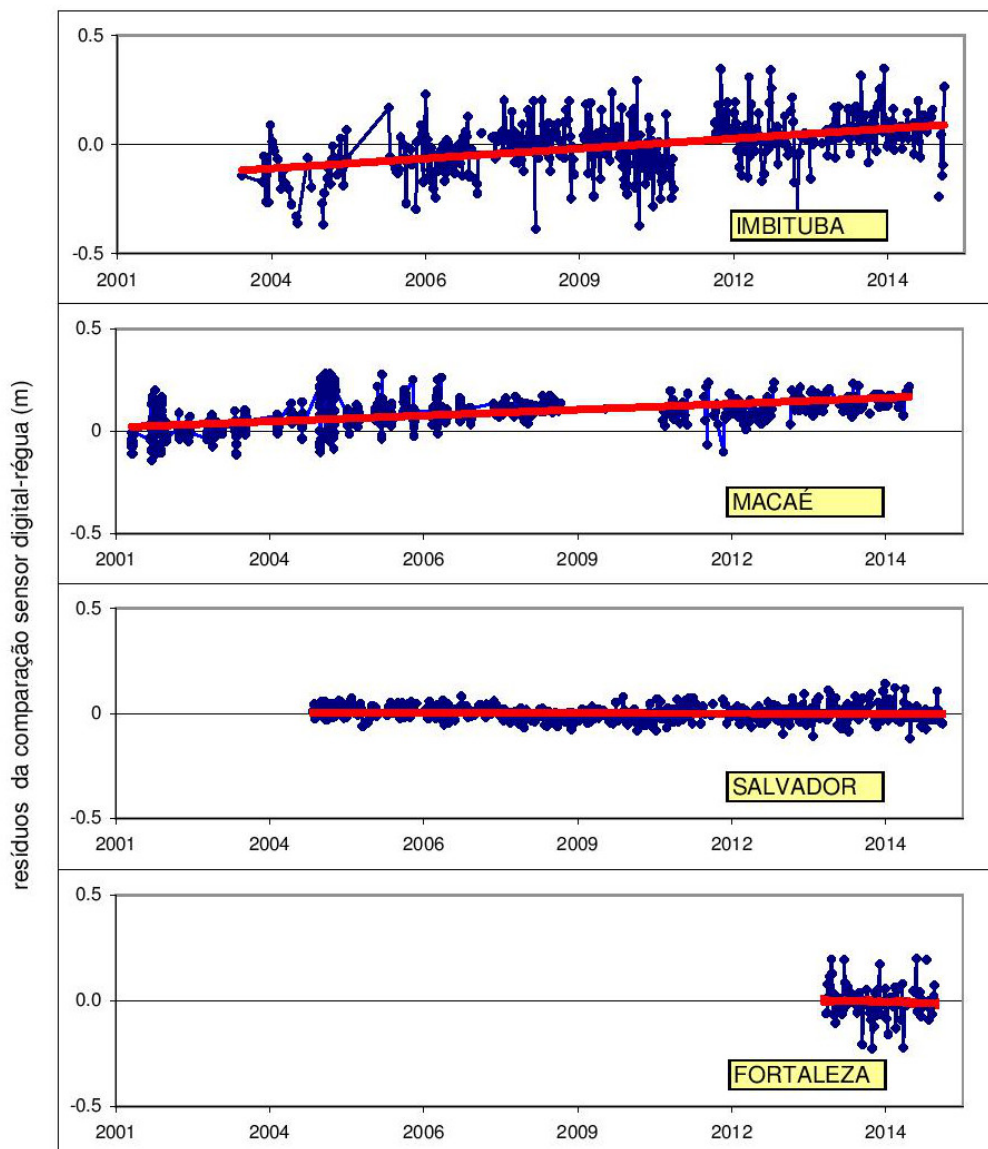


Figura 7 – Detecção de deriva nos sensores eletrônicos das EMs pertencentes a RMPG

3.6. Análise e ajustamento dos dados de controle geodésico

Apesar da metodologia de Controle Geodésico de Estações Maregráficas concebida para a RMPG ("alta precisão, científico", AP_{cient} , de acordo com IBGE, 2010, p.14) se iniciar em 2009, na estação de Santana, o controle das EMs era anteriormente realizado de acordo com as especificações tradicionais dos levantamentos de alta precisão do IBGE ("alta precisão, fundamental", AP_{fund} , id., ibid.). Assim, a partir do relatório interno de controle de EM (IBGE, 2007a), com críticas de nivelamento, verificação de abalo e ajustamento, foram organizados e padronizados todos os levantamentos realizados, gerando séries históricas atualizadas e consistentes. No entanto, é importante ressaltar que a significativa diferença entre as especificações AP_{cient} e AP_{fund} leva a uma menor dispersão dos resultados dos primeiros.

Primeiramente, foram verificados todos os fechamentos de circuito e configuração das linhas, que se modificaram ao longo do tempo por causa de destruição e inclusão de RRNN na região portuária.

A seguir, foram realizados ajustamentos dos circuitos de CGEM, partindo de RRNN já existentes no Banco de Dados Geodésicos (BDG) do IBGE. A ferramenta utilizada para essa etapa foi o *software* GHOST, utilizado no último reajustamento da rede altimétrica brasileira (IBGE, 2011). Esses ajustamentos locais tiveram como intuito minimizar a influência residual da rede completa na região de estudo, além de incluir estações, que aguardam análise final do próximo reajustamento global da rede, e, por isso, ainda não constam no BDG. A fim de garantir a qualidade dos resultados, as RRNN adotadas como fixas eram modificadas no ajustamento seguinte, para possibilitar o acompanhamento de todas as estações geodésicas, em planos independentes, e assim, possibilitar a análise da série histórica. A configuração atual dos circuitos de nivelamento (AP_{cient} , conforme IBGE, 2010) das RRNN utilizadas para o CGEM nas estações da RMPG é mostrada na Figura 8.

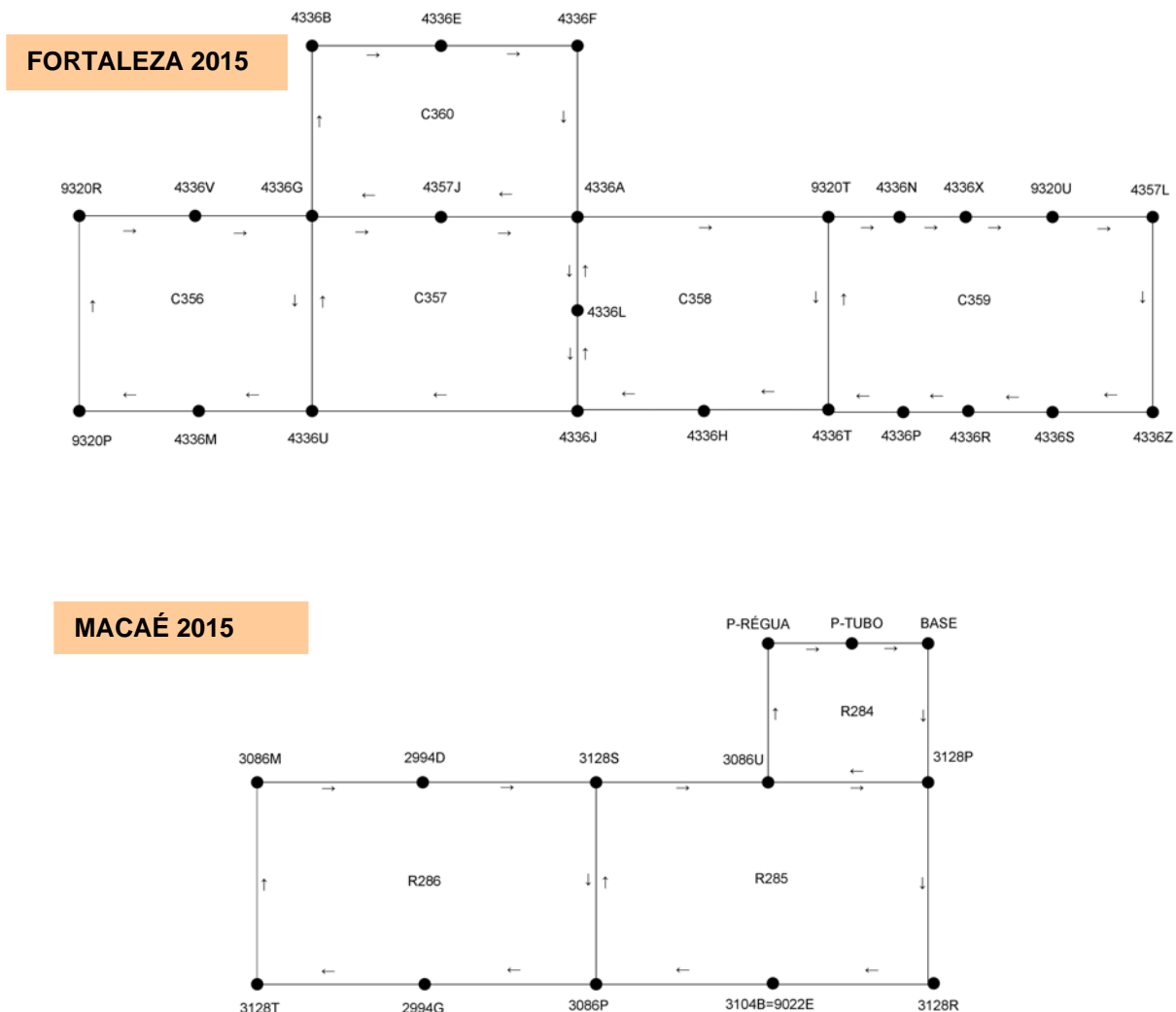


Figura 8 – Representação esquemática dos circuitos de CGEM 2015 das estações da RMPG. Algumas RRNN ainda não constam no BDG, pois aguardam a análise do próximo reajustamento global da rede.

Mesmo com todo esse cuidado para detecção e quantificação dos movimentos verticais de origem não oceânica, ainda resta adicionar as taxas de variação das estações CGNSS próximas às EM, para obtenção de variações absolutas, isto é, a variação da posição geocêntrica do nível médio do mar, possibilitando estudos de conexão entre diferentes redes verticais e correlação com dados oriundos da altimetria por satélite. Santamaría-Gómez et al. (2012), Wöppelmann et al. (2007) e Gravelle et al. (2015) destacam a necessidade de que as estações CGNSS sejam solidárias às EM, para o correto acompanhamento contínuo da movimentação vertical da crosta, dissociando assim, as variações não oceânicas da real taxa de variação do nível médio do mar, importante tanto para as questões geodésicas como para estudos ambientais.

Para determinação inequívoca da taxa de variação do nível médio do mar, devem ser sanadas as dificuldades na definição da taxa de variação vertical das estações CGNSS próximas às EM, em função da descontinuidade das respectivas séries temporais devido à mudança de sistema de referência, do IGS05 para IGS08 (IBGE, 2013, p.29), seja reprocessando os dados pretéritos para um único referencial, ou utilizando modelos combinados (WÖPPELMANN et al., 2007, p.401).

Para contribuir nessa definição da variação vertical das estações CGNSS e na correlação das séries temporais maregráficas e geocêntricas, foram implantados dispositivos de centragem forçada (DCF) próximos às estações maregráficas (Figura 9).



Figura 9 – DCFs implantados no Porto de Imbituba e na Capitania dos Portos da Bahia

Esses DCF's minimizam os erros de centragem nos levantamentos GNSS, além de serem facilmente niveláveis, passando a compor os circuitos de CGEM. Com isso, ambas as estações, maregráfica e CGNSS, são controladas, e tão logo as séries temporais GNSS sejam convertidas para um único referencial, todos os elementos necessários à quantificação da taxa de variação do NMM na costa brasileira estarão disponíveis.

4. Resultados preliminares

4.1. Dos ajustamentos das séries históricas de controle geodésico

A partir da análise das séries históricas dos ajustamentos, foram identificados possíveis abalos, recalques e soerguimentos das RRNN na região portuária em torno da estação da RMPG, conforme exemplos apresentados nas Figuras 10 e 11.

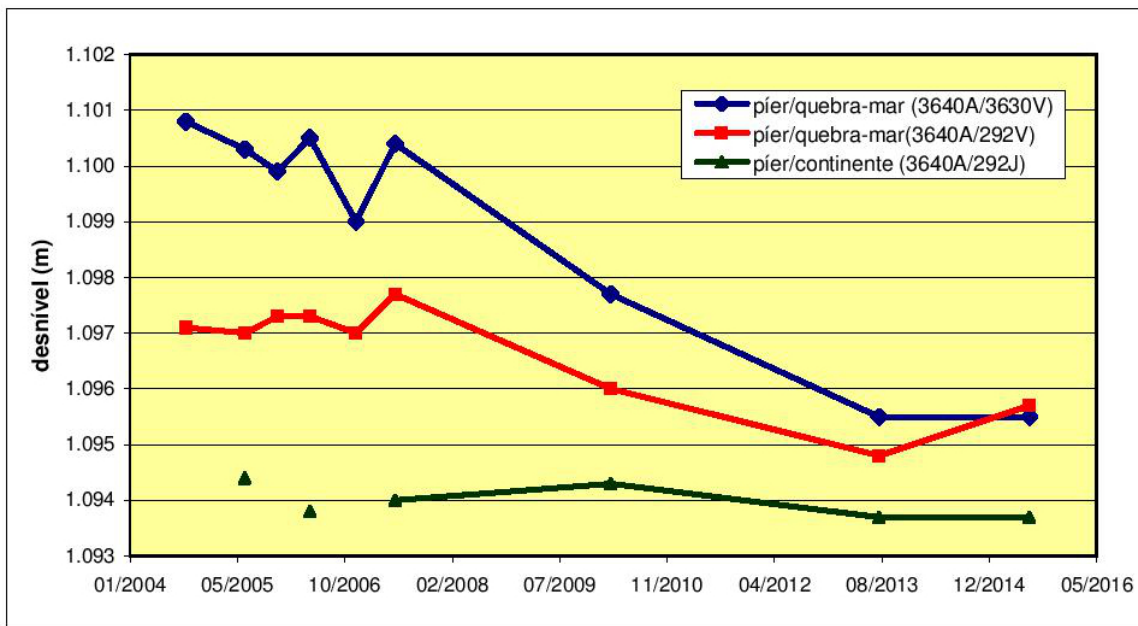


Figura 10 – Variação dos desníveis observados com nivelamento geométrico entre RRNN da EMSAL



Figura 11 – Variação dos desníveis observados com nivelamento geométrico entre RRNN da EMSAN.

Como se observa na Figura 10, referente às RRNN de CGEM da estação da RMPG em Salvador, a RN 3630V, localizada no quebra-mar, mostra uma significativa movimentação de recalque em relação à RN 3640A, no píer. Isolando o píer do quebra-mar, numa comparação com uma RN no continente, o CGEM fornece um recalque de 0.1 mm/ano. Outras duas RRNN, 3630X e 3630T, que também se encontram no quebra-mar, apresentam movimentação parecida com a 3630V.

Na Figura 11, referente à estação de Santana, identificou-se que a RN 3122G encontra-se submetida a uma possível taxa de soerguimento de 1mm/ano. Nas demais estações geodésicas de Santana, o CGEM não identificou anormalidades.

Em relação ao conjunto completo das séries históricas das RRNN dos circuitos de CGEM, as mesmas apresentaram-se estáveis, com exceção das RRNN 9352M, 3103V e 9302S, de Imbituba, e as RRNN 4336M, 4336N, 4336T, 4336X e 9320T, de Fortaleza, além das já citadas 3630V, 3630X e 3630T de Salvador e 3122G de Santana. Em Macaé, não foram identificadas movimentações significativas.

4.2. Das derivas instrumentais

A correção da deriva nos dados de Macaé e Imbituba foi realizada mediante a separação das séries em períodos claramente identificados pelas grandes lacunas de ausência de dados devido a falhas instrumentais. O intuito foi isolar os efeitos de cada período. Em Imbituba, a série foi separada em 4 períodos: 07-2003/10-2007, 12-2007/02-2011, 11-2011/09-2013 e 10-2013/10-2015. Em Macaé, a série foi separada em três períodos: 08-2001/08-2005, 01-2006/03-2009 e 01-2011/05-2015.

No primeiro período de Macaé (08-2001/08-2005), o resultado da deriva de 34,5 mm/ano confirmou a conclusão (IBGE, 2013, p.26) de que é necessária a correção dos dados de Macaé submetidos a divulgação preliminar em 2007 (IBGE, 2007b), bem como a orientação de que uma EM seja equipada com pelo menos dois sensores eletrônicos independentes e, preferencialmente, utilizando métodos distintos de detecção do nível do mar, para que uma análise preliminar possa confrontar os dados de ambos os sensores, minimizando problemas desse tipo. Atualmente, já contam com essa configuração as estações de Imbituba, a partir de 2013, e Salvador e Fortaleza, a partir de 2008. Vale ressaltar que a análise da deriva em Imbituba considera dados a

partir de julho de 2003, não correspondendo à série completa devido à dificuldade de resgatar os valores de régua para o período anterior. Essa etapa terá continuação em 2017.

Apesar das dificuldades de análise em Imbituba e Macaé, devido aos diversos períodos de inatividade destas estações, à morosidade de digitalização e vetorização de maregramas, aos possíveis erros de anotação do valor da régua e à baixa frequência de realização dos testes de Van de Castele, o ensaio sobre a análise de deriva apresentou resultados satisfatórios. Porém, uma análise mais fidedigna só será possível quando as informações dos maregramas forem todas recuperadas, principalmente entre as lacunas dos dados dos sensores eletrônicos. As figuras 12 e 13 apresentam os resíduos utilizados para a identificação das derivas em Imbituba e Macaé os resíduos corrigidos utilizando funções lineares.

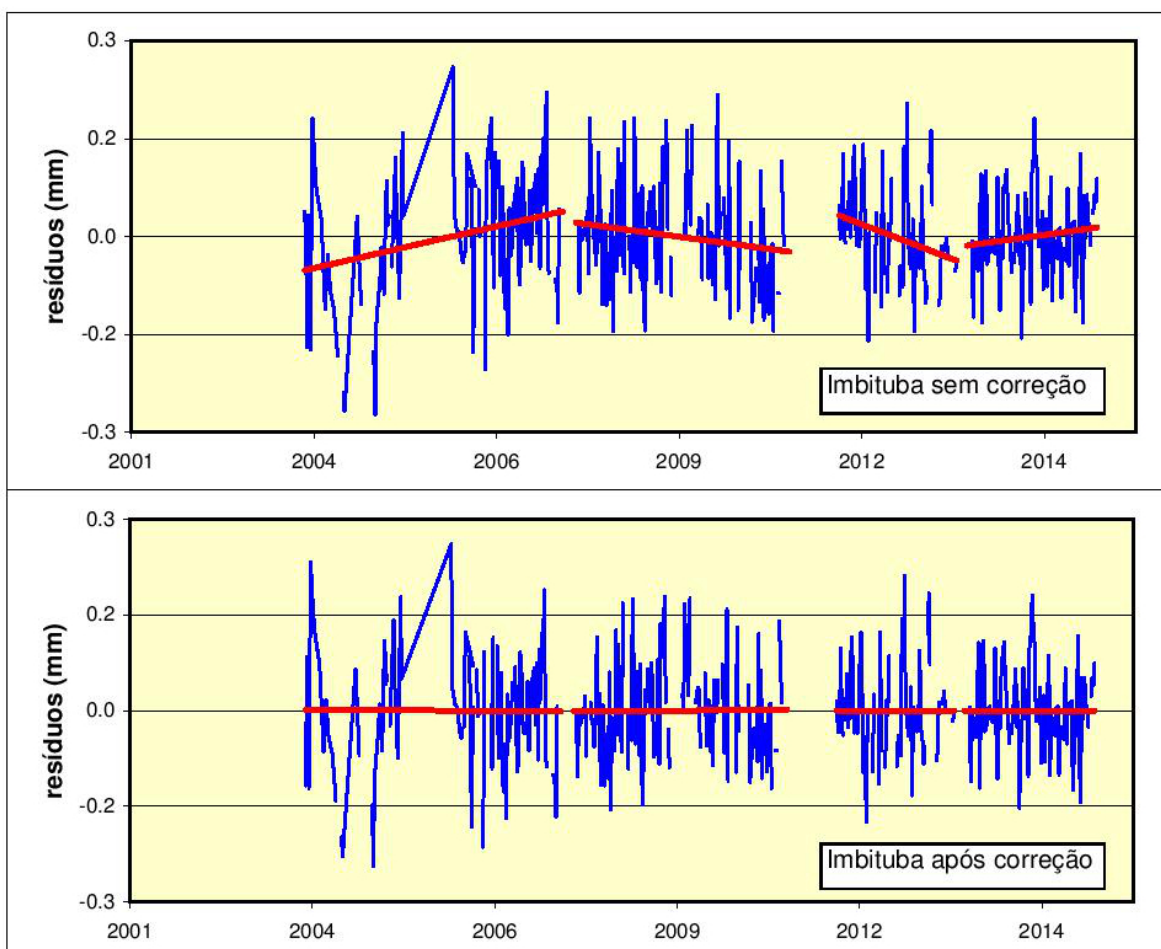


Figura 12 – (sup.) resíduos brutos que auxiliaram na identificação das derivas por período na EMIMB; (inf.) resíduos após a correção com funções lineares.

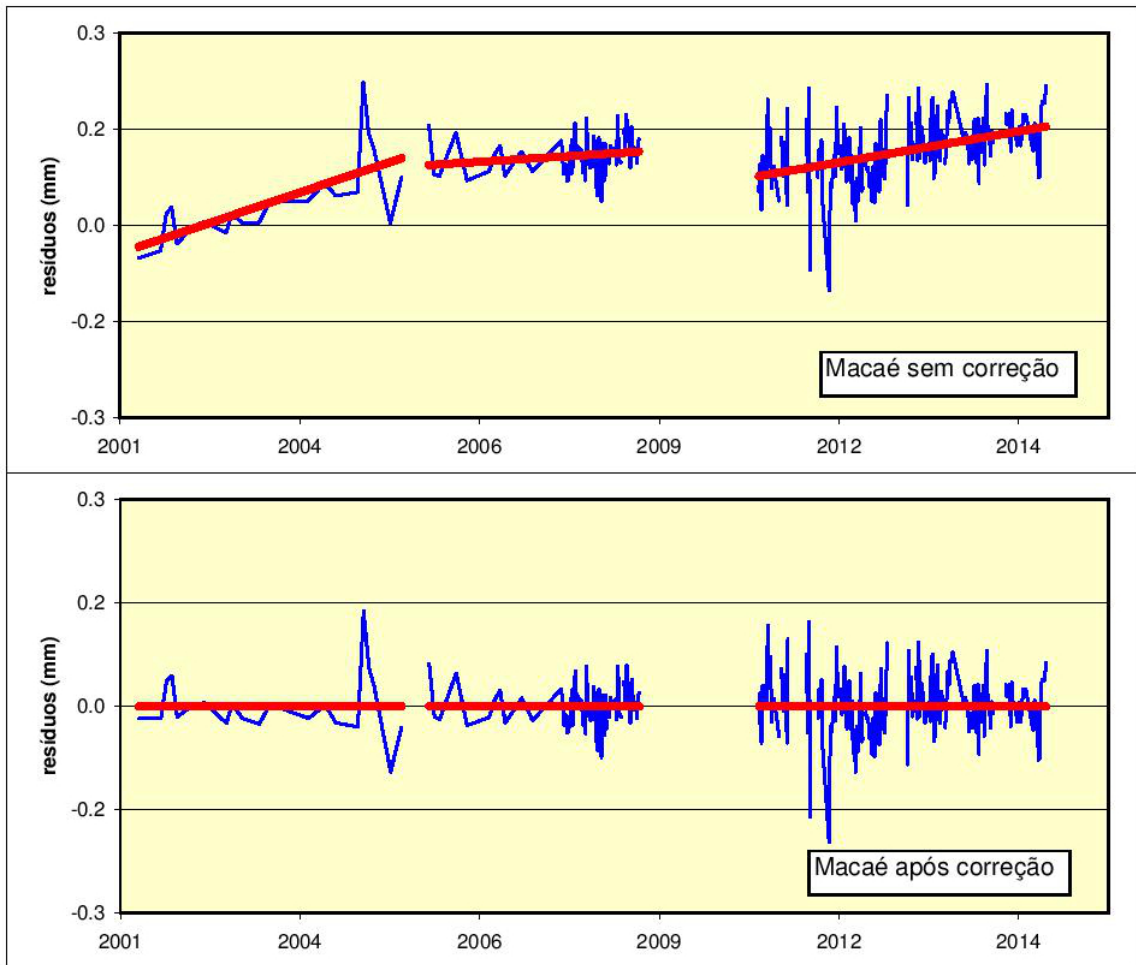


Figura 13 – (sup.) resíduos brutos que auxiliaram na identificação das derivas por período na EMMAC; (inf.) resíduos após a correção com funções lineares.

4.3. Dos níveis médios mensais corrigidos da deriva instrumental e vinculados ao SGB

Os resultados apresentados na Tabela 1 e Figura 14 são fruto do processamento dos arquivos diários de observação do nível do mar a cada 5 min, disponíveis no portal do IBGE na internet, que foram utilizados para a obtenção de arquivos anuais com informações horárias. As pequenas lacunas foram preenchidas e, em seguida, as séries temporais foram suavizadas com um filtro de 168 horas, para obtenção das médias mensais. As EMs de Imbituba e Macaé passaram por correção da deriva instrumental dos sensores eletrônicos, conforme relatado no item 4.2. As informações referentes às EMs de Fortaleza e Salvador não passaram por essa etapa, por não apresentarem deriva instrumental. Em seguida, os dados foram vinculados ao SGB a partir das fichas de correlação de níveis em **Anexo**, subtraindo-se a **constante K** (Figura 4) para vinculação dos NMM locais. As constantes referentes a Imbituba e

Macaé também passaram por atualização, para compatibilização com a já mencionada correção linear das derivas instrumentais, incluídas nos dados processados. As fichas de correlação de níveis de referência dos dados brutos também serão disponibilizadas no portal do IBGE em 2017, com as séries temporais horárias.

Em relação à vinculação, nota-se que resulta em alguns níveis médios mensais com valores negativos. Isso é plenamente aceitável, pois, diferentemente do Nível de Redução da Marinha – que normalmente corresponde ao nível médio das baixa-mares de sizígia, atendendo à finalidade de segurança da navegação, sendo rara a ocorrência de marés abaixo dele (MIGUENS, 1996) –, o SGB possui como referência para grande parte das altitudes da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) o Datum de Imbituba, isto é, o nível médio do mar no Porto de Imbituba (SC) entre 1949 e 1957, e o Datum de Santana, definido pelo nível médio do mar no Porto de Santana entre 1957 e 1958. Assim, os NMM locais podem estar acima ou abaixo dos níveis de referência do SGB.

As discussões sobre referenciais verticais no âmbito do gerenciamento costeiro são os insumos básicos do CICVTM. Há um crescente grupo de usuários comerciais e não comerciais que necessitam integrar dados vinculados às diversas superfícies de referência verticais marítimas e terrestres, em suas atividades e pesquisas. Entre as diversas aplicações de um modelo digital de elevação (MDE) unificado ao longo da zona costeira, destacam-se: ordenamento territorial do litoral; simulação e resposta a impactos de eventos extremos e da elevação do nível do mar; levantamentos hidrográficos mais precisos para as Cartas Náuticas, assegurando navegações mais seguras, mesmo em áreas com obstáculos submarinos; informações para estudos de estuários especiais e modelos hidrodinâmicos; profundidade em tempo real para otimizar atividades portuárias; conexão de *DATA* verticais; etc; e essa interação aparentemente simples não é trivial (SLOBBE, KLEES, 2012).

Tabela 1 – Níveis médios mensais e do período comum, corrigido de derivas instrumentais nas EMIMB e EMMAC, vinculados ao SGB através de RRNN dos circuitos de CGEM, e sem correção de movimentos verticais de origem não oceânica.

MÉDIAS MENSAIS (m) CORRIGIDOS DE DERIVA INSTRUMENTAL* E VINCULADOS AO SGB				
mês/ano	Fortaleza	Salvador	Macaé*	Imbituba*
	Referências de nível primárias utilizadas na vinculação dos NMM			
	9320P	3640A	3086U	3012X
07/2001.....	-0,018	...
08/2001.....	-0,258	...
09/2001.....
10/2001.....	-0,251	...
11/2001.....	-0,098	0,048
12/2001.....	-0,115	0,070
01/2002.....	-0,104	0,011
02/2002.....	-0,063	0,091
03/2002.....	-0,138	0,086
04/2002.....	-0,115	0,114
05/2002.....	-0,092	0,124
06/2002.....	-0,045	0,192
07/2002.....	-0,053	0,137
08/2002.....	-0,115	0,082
09/2002.....	-0,116	0,061
10/2002.....	-0,131	0,051
11/2002.....	-0,116	0,011
12/2002.....	-0,124	-0,004
01/2003.....	-0,063	0,033
02/2003.....	-0,115	0,106
03/2003.....	-0,091	0,133
04/2003.....	0,019	0,235
05/2003.....	0,034	0,278
06/2003.....	-0,008	0,180
07/2003.....	-0,049	0,165
08/2003.....	-0,003	0,145
09/2003.....	-0,111	0,014
10/2003.....	-0,099	...
11/2003.....	-0,113	0,028
12/2003.....	-0,120	0,043
01/2004.....	-0,077	-0,011
02/2004.....	-0,034	0,046
03/2004.....	-0,064	0,021
04/2004.....	-0,100	-0,004
05/2004.....	0,007	0,160
06/2004.....	-0,090	0,012
07/2004.....	-0,126	...
08/2004.....	-0,149	0,115

MÉDIAS MENSAIS (m) CORRIGIDOS DE DERIVA INSTRUMENTAL* E VINCULADOS AO SGB				
mês/ano	Fortaleza	Salvador	Macaé*	Imbituba*
	Referências de nível primárias utilizadas na vinculação dos NMM			
	9320P	3640A	3086U	3012X
09/2004.....	-0,173	-0,009
10/2004.....	...	0,200	...	...
11/2004.....	...	0,186	...	...
12/2004.....	-0,134	...
01/2005.....	...	0,205	-0,094	0,028
02/2005.....	-0,111	-0,025
03/2005.....	...	0,221	-0,083	0,057
04/2005.....	...	0,272	-0,044	0,160
05/2005.....	...	0,286	-0,083	0,073
06/2005.....	...	0,238	-0,175	-0,002
07/2005.....	...	0,214	-0,103	0,099
08/2005.....	...	0,201	-0,137	0,039
09/2005.....	-0,125	...
10/2005.....	...	0,177	-0,095	...
11/2005.....	...	0,196	-0,154	...
12/2005.....	-0,080	...
01/2006.....
02/2006.....	...	0,225	-0,049	...
03/2006.....	...	0,234	-0,064	0,073
04/2006.....	...	0,294	0,015	0,146
05/2006.....	...	0,330	...	0,184
06/2006.....	...	0,229	-0,011	...
07/2006.....	...	0,205	0,003	0,059
08/2006.....	...	0,208	-0,056	0,092
09/2006.....	0,114
10/2006.....	-0,110	-0,114
11/2006.....	-0,043
12/2006.....	...	0,161	-0,138	-0,092
01/2007.....	...	0,177	-0,069	0,034
02/2007.....	...	0,221	-0,095	-0,032
03/2007.....	...	0,231	-0,138	0,000
04/2007.....	...	0,262	...	0,032
05/2007.....	...	0,301	...	0,159
06/2007.....	...	0,258	...	0,170
07/2007.....	...	0,219	0,091	0,252
08/2007.....	...	0,220	-0,089	-0,016
09/2007.....	...	0,165	-0,227	-0,258
10/2007.....	...	0,173	-0,186	...
11/2007.....	...	0,167	-0,087	...
12/2007.....	...	0,167	-0,107	...
01/2008.....	...	0,190	-0,207	-0,025

MÉDIAS MENSAS (m) CORRIGIDOS DE DERIVA INSTRUMENTAL* E VINCULADOS AO SGB				
mês/ano	Fortaleza	Salvador	Macaé*	Imbituba*
	Referências de nível primárias utilizadas na vinculação dos NMM			
	9320P	3640A	3086U	3012X
02/2008.....	...	0,207	-0,108	-0,052
03/2008.....	...	0,257	-0,078	-0,032
04/2008.....	...	0,244	0,020	0,168
05/2008.....	0,207	0,295	0,044	0,162
06/2008.....	0,184	0,259	0,011	0,147
07/2008.....	0,199	0,220	-0,112	-0,015
08/2008.....	0,210	0,189	-0,102	0,061
09/2008.....	0,237	0,201	-0,050	0,018
10/2008.....	0,223	0,177	...	-0,049
11/2008.....	0,229	0,195	...	-0,131
12/2008.....	0,219	0,185	...	-0,032
01/2009.....	0,190	0,188	-0,092	-0,030
02/2009.....	0,220	0,213	-0,098	0,024
03/2009.....	0,215	0,255	-0,016	0,089
04/2009.....	0,204	0,305	...	0,148
05/2009.....	0,213	0,339	...	0,167
06/2009.....	0,221	0,306	...	0,169
07/2009.....	0,225	0,227	0,051	0,143
08/2009.....	0,249	0,224	-0,089	-0,004
09/2009.....	0,229	0,180	-0,047	0,064
10/2009.....	0,242	0,228	-0,050	0,012
11/2009.....	0,228	0,184	-0,131	-0,007
12/2009.....	0,218	0,188	-0,065	0,067
01/2010.....	0,204	0,218	-0,044	...
02/2010.....	0,226	0,249	...	0,090
03/2010.....	0,237	0,252	...	0,136
04/2010.....	0,248	0,314	...	...
05/2010.....	0,233	0,296	...	0,008
06/2010.....	0,239	0,263	...	0,032
07/2010.....	0,242	0,232	...	...
08/2010.....	0,254	0,221	...	...
09/2010.....	0,241	0,189	...	...
10/2010.....	0,230	0,206	...	...
11/2010.....	0,226	0,247	...	...
12/2010.....	0,237	0,231	...	...
01/2011.....	0,229	0,235	-0,072	0,148
02/2011.....	0,250	0,246	-0,079	0,088
03/2011.....	0,244	0,252	-0,023	...
04/2011.....	0,257	0,289	0,032	...
05/2011.....	0,226	0,333	0,081	...
06/2011.....	0,246	0,283	0,028	...
07/2011.....	0,243	0,232	-0,057	...

MÉDIAS MENSAIS (m) CORRIGIDOS DE DERIVA INSTRUMENTAL* E VINCULADOS AO SGB				
mês/ano	Fortaleza	Salvador	Macaé*	Imbituba*
	Referências de nível primárias utilizadas na vinculação dos NMM			
	9320P	3640A	3086U	3012X
08/2011.....	0,247	0,187	-0,036	...
09/2011.....	0,253	0,195	...	...
10/2011.....	0,255	0,212	...	...
11/2011.....	0,262	0,230	...	...
12/2011.....	0,249	0,256	-0,055	0,063
01/2012.....	0,233	0,192	-0,089	0,003
02/2012.....	0,230	0,165	-0,105	0,070
03/2012.....	0,232	0,203	-0,050	0,091
04/2012.....	0,267	0,271	0,034	0,229
05/2012.....	0,245	0,273	-0,064	0,030
06/2012.....	0,222	0,227	0,033	0,214
07/2012.....	0,239	0,240	-0,010	0,216
08/2012.....	0,252	0,210	-0,188	-0,054
09/2012.....	0,219	0,182	-0,135	0,081
10/2012.....	0,246	0,193	-0,144	0,084
11/2012.....	0,230	0,205	-0,070	0,209
12/2012.....	0,225	0,189	-0,024	0,068
01/2013.....	0,226	0,210	-0,046	0,090
02/2013.....	0,253	0,211	-0,046	0,136
03/2013.....	0,255	0,255	0,007	0,137
04/2013.....	0,234	0,300	-0,014	0,126
05/2013.....	0,240	0,303	0,022	0,169
06/2013.....	0,227	0,261	0,022	0,239
07/2013.....	0,246	0,260	0,051	0,165
08/2013.....	0,263	0,237	0,006	0,036
09/2013.....	0,245	0,212	-0,060	0,049
10/2013.....	0,257	0,209	-0,092	0,157
11/2013.....	0,260	0,227	-0,080	...
12/2013.....	0,233	0,197	0,011	0,164
01/2014.....	0,224	0,242	-0,075	0,151
02/2014.....	0,224	0,246	-0,104	0,096
03/2014.....	0,225	0,251	-0,056	0,173
04/2014.....	0,223	0,316	0,011	0,185
05/2014.....	0,223	0,293	0,002	0,252
06/2014.....	0,210	0,259	-0,050	0,241
07/2014.....	0,220	0,216	-0,122	0,139
08/2014.....	0,237	0,216	...	0,172
09/2014.....	0,238	0,212	...	0,103
10/2014.....	0,242	0,204	-0,102	0,078
11/2014.....	0,240	0,227	-0,090	0,181
12/2014.....	0,227	0,186	-0,050	0,103
01/2015.....	0,184	0,191	-0,046	0,240

MÉDIAS MENSAIS (m) CORRIGIDOS DE DERIVA INSTRUMENTAL* E VINCULADOS AO SGB				
mês/ano	Fortaleza	Salvador	Macaé*	Imbituba*
	Referências de nível primárias utilizadas na vinculação dos NMM			
	9320P	3640A	3086U	3012X
02/2015.....	...	0,249	0,010	0,145
03/2015.....	0,228	0,277	0,006	0,186
04/2015.....	0,229	0,338	-0,099	0,189
05/2015.....	0,253	0,317	...	0,078
06/2015.....	0,225	0,287	0,111	0,195
07/2015.....	0,248	0,246	0,111	0,208
08/2015.....	0,269	0,232	0,111	0,052
09/2015.....	0,251	0,216	0,111	0,284
10/2015.....	0,243	0,247	...	0,203
11/2015.....	0,213	0,218	...	0,171
12/2015.....	0,208	0,202	...	0,156
Média nov/2001-dez/2015	...	...	-0,065	0,090
Média out/2004-dez/2015	...	0,232	-0,054	0,091
Média mai/2008-dez/2015	0,233	0,236	-0,045	0,112

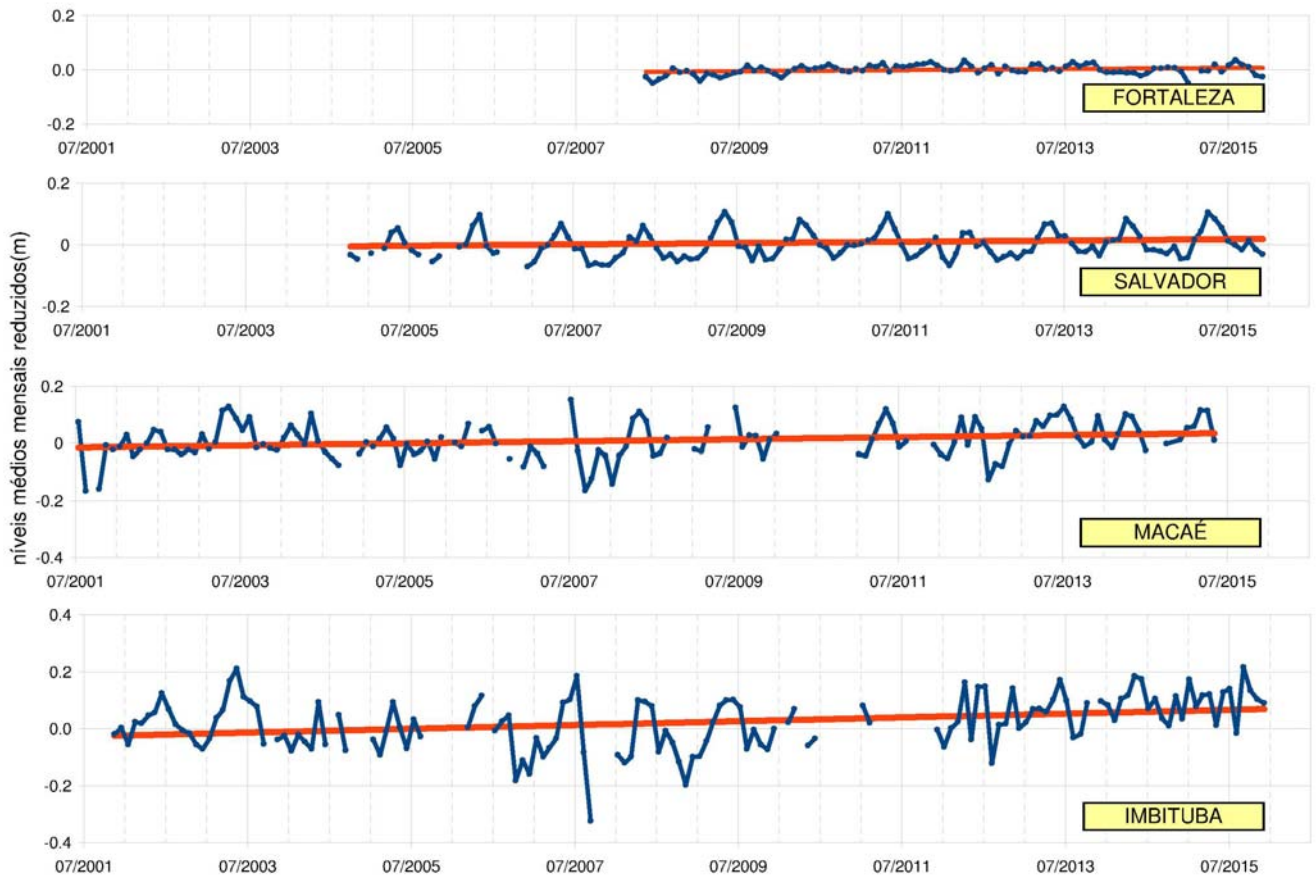


Figura 14 – Níveis médios mensais.

As observações da EM de Fortaleza apresentam a menor variabilidade sazonal entre as estações, apesar desta estação possuir a maior amplitude de maré registrada pela RMPG. Em Imbituba, Macaé e Salvador, percebe-se uma consistência nessas variações sazonais, ocorrendo uma atenuação gradativa do Sul até o Nordeste. Cada vez mais, torna-se necessário que as estações possuam não apenas sensores maregráficos e CGNSS, como também sensores meteorológicos e sejam submetidas a CGEMs mais frequentes.

As variações do NMM nas estações da RMPG estão de acordo com as observações obtidas dos satélites altimétricos (CNES, 2016), que apontam para uma variação global do NMM de 3,4 mm/ano. Todavia, quando se restringe a análise aos resultados da costa brasileira, constata-se uma variação positiva no Atlântico Sul, superior à registrada nas proximidades do nordeste brasileiro. Provavelmente, situações mais extremas em termos climáticos e oceanográficos, como baixas pressões, vento, ondulação forte e marés muito elevadas, sejam alguns dos fatores explicativos (CAMPOS, 2010). Vale também lembrar que os dados das EM de Macaé e Imbituba passaram por algumas análises estatísticas, com o intuito de minimizar os efeitos da deriva dos sensores de pressão hidrostática utilizados nessas estações.

Os resultados apresentados neste Relatório não estão corrigidos dos movimentos verticais de origem não oceânica, pela indisponibilidade dos dados CGNSS referidos a um único referencial e pela ainda pequena série temporal de observações (nivelamento e GNSS) nos DCFs que foram implantados recentemente. Contudo, os valores disponibilizados pelo Centro de Controle SIRGAS (IBGE, 2016) permitem a discussão qualitativa da movimentação vertical observada pelas estações CGNSS. Isso é muito importante no caso de Imbituba, que apresentou uma variação do NMM significativamente superior às demais, que, porém, pode ser justificada com os dados CGNSS, que apontam uma variação crustal também significativa, que contribui parcialmente para aquele valor exagerado de elevação do NMM. É essencial ressaltar, contudo, que esses dados ainda precisam de confirmação, não sendo prudente o seu uso na correção dos movimentos verticais de origem não oceânica. O caso da estação da RMPG em Macaé apresenta dificuldades adicionais, pois a EM de Macaé não possui uma estação CGNSS próxima, tornando limitado seu dado de elevação do NMM, pelo não conhecimento do movimento crustal local. A Tabela 2 resume a

variação do NMM observada nas estações da RMPG analisadas neste relatório, com a distância entre as EM e as respectivas estações CGNSS e a variação observada nestas últimas, sem unificação dos referenciais. Tratam-se de séries temporais com períodos distintos, e cuidados adicionais devem ser considerados numa análise conjunta.

Tabela 2 – Variação do NMM nas estações da RMPG e variação altimétrica das estações CGNSS locais sem unificação de referenciais para correção dos movimentos verticais de origem não oceânica.

EM	variação do NMM (mm/ano)	distância EM/CGNSS (m)	variação altimétrica CGNSS(mm/ano)
Imbituba	6.6	650	-2.6
Macaé	4.1	-	-
Salvador	2.1	150	-0.6
Fortaleza	2.1	600	-0.8

Com os resultados das médias mensais do período de operação comum (2008-2015) das estações da RMPG, apresentados na Tabela 3, juntamente a outros elementos mostrados na Figura 4, foi possível atualizar a comparação entre altitudes do SGB e alturas referidas ao NMM local (ALENCAR, 1990), no gráfico mostrado na Figura 15.

Tabela 3 – Composição dos diversos tipos de observação necessárias à obtenção da altura da RN selecionada, nas estações da RMPG participantes destas análises, acima do NMM local, e sua comparação com a respectiva altitude do SGB.

ELEMENTO	Fortaleza	Salvador	Macaé	Imbituba
A (desnível entre níveis de referência do sensor primário e da régua)	+4,301	+5,013	+0,010	+1,337
B (topo da régua, com pino)	4.637	4.015	3.013	2.017
C (desnível entre pino da régua e RN primária)	+0.6262 (4336-A)	+0.2299 (3640-A)	+1.4977 (3086-U)	+0.4858 (3012-X)
J (desnível entre RN primária e RN vizinha)	+0.2994 (465Q)	+5.4161 (292J)	+1.7080 (9004-B)	+17.7556 (4P)
L (NMM local)	6.342	7.285	1.367	1.908
N (altura da RN vizinha acima do NMM local)	3,5316	7.389	4,8617	19.6944
F (altitude da RN vizinha referida ao Datum de Imbituba)	3.7461	7.6229	4.8284	19.7799

Neste gráfico, observa-se que os NMM locais atuais pouco variaram em relação à última atualização realizada (IBGE, 2013), porém destaca-se que os valores de Imbituba e Macaé sofreram modificações devido a correção preliminar de deriva instrumental. Com isso, os valores de Imbituba, Salvador e Fortaleza encontram-se em torno de 10 cm acima dos valores utilizados por Alencar (1990). Diferenças compatíveis com a taxa de variação global atual do NMM, e com as incertezas referentes às séries temporais de NMM, que ainda possuem grandes lacunas não preenchidas. Os passos necessários à obtenção de resultados cada vez mais confiáveis foram dados, com a análise temporal dos nivelamentos geodésicos das EMs, correção de deriva preliminar, que mesmo com ressalvas, apresentou-se útil e um aprofundamento do tema poderá trazer melhoras nos resultados das séries históricas de NMM observado pelas estações da RMPG.

Conforme IBGE (2013), os gráficos mostrados na Figura 15 possuem diferentes períodos de referência, e uma comparação temporal pode ser feita mantendo as particularidades de cada época. Os níveis médios locais do IAGS referem-se a um período comum de 9 anos, e os resultados da RMPG a um período comum de 7 anos, tendo uma diferença de 58 anos entre as séries. E as altitudes da Rede Altimétrica do SGB passaram por reajustamentos com desníveis coletados entre 1945 e 2015, o que pode introduzir desvios na análise das séries.

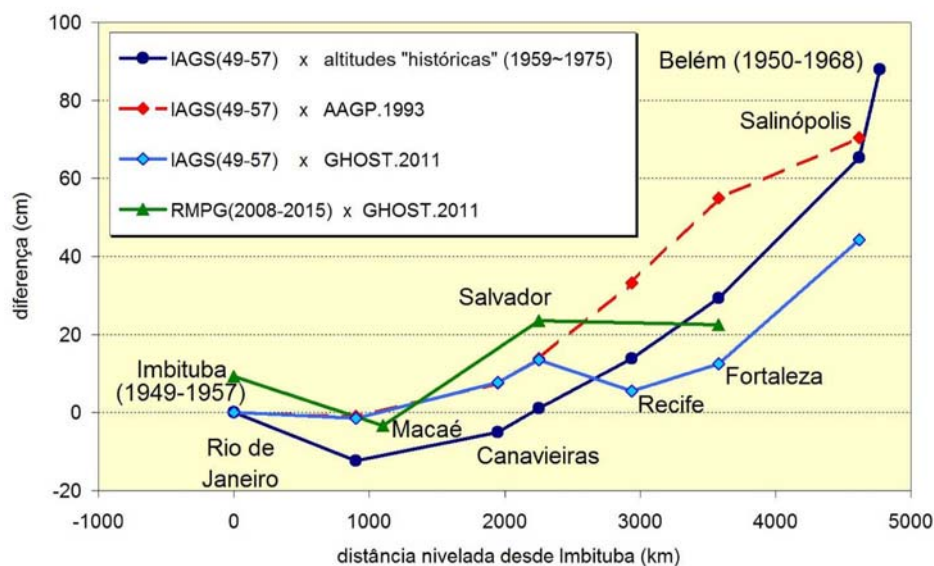


Figura 15 – Comparação entre altitudes do SGB (referidas ao Datum Imbituba) e alturas acima do NMM local, nas estações da RMPG cujas observações foram analisadas neste Relatório. Adaptado de ALENCAR (1990) e LUZ, GUIMARÃES (2003).

5. Comentários finais e perspectivas

O resultados preliminares apresentados nesse Relatório representam avanços significativos no tratamento dos dados de nível do mar da RMPG. Foi realizada a análise completa das séries temporais do nível do mar, com correção preliminar de derivas instrumentais detectadas através de análises empíricas, recuperação de dados com maregramas, porém as grandes lacunas nas séries históricas persistem. A principal atividade para preenchimento das lacunas é a vetorização dos maregramas, tarefa árdua e lenta, porém necessária. Entendendo a importância deles, o IBGE disponibilizará, em seu portal na internet, os arquivos para *download* condensados por trimestre em formato ZIP, o que proporcionará oportunidades de estudos em locais onde ainda persiste a falta de dados dos sensores digitais.

Em relação ao CGEM, com o processamento de toda a série histórica de nivelamento geodésico de EM, foi possível identificar RRNN abaladas, recuperar históricos da posição da régua e sensores essenciais na análise do NMM. Essa etapa continua muito importante, ainda mais agora que estão sendo implantados DCFs que servirão para controlar não apenas a EM como a estação CGNSS local, minimizando ruídos de efeitos não oceânicos nos dados maregráficos. Contudo, a unificação dos referenciais IGS05 e IGS08 continua primordial para uma análise adequada das séries CGNSS. O reajustamento de toda a RAAP com números geopotenciais, previsto pelo IBGE para 2018, poderá trazer melhorias significativas nas correlações de níveis das EMs.

Outro ponto importante é a necessidade de se aumentar a frequência dos Testes de Van de Casteele para duas vezes anuais, ou sempre que houver mudança de sensores, pois a falta desses testes prejudicou a análise para correção da deriva, análise essa, que necessita de um estudo mais aprofundado, inclusive para aplicação na EM de Santana com forte influência fluvial.

Os arquivos de dados com a consolidação e unificação das séries temporais de cada estação utilizadas nesse Relatório, serão disponibilizados no portal do IBGE em 2017, juntamente às fichas de correlação de níveis.

Em relação ao futuro da RMPG, pretende-se que, no curto prazo, todas as estações passem à condição de estações meteomaregráficas equipadas com dois sensores eletrônicos independentes para observação do nível do mar, transmissão em tempo quase real via GSM, e sensores meteorológicos, o que será de grande contribuição para as atividades que necessitam de dados rápidos, para a tomada de decisão, tais como gerenciamento portuário e costeiro, defesa civil, etc, além de contribuir para uma análise mais refinada da variação do NMM para fins geodésicos. Para alcançar esse objetivo, a RMPG adquiriu recentemente dois conjuntos adicionais de estação meteomaregráfica. Ademais, a RMPG, junto ao Projeto SIMCOSTA, instalará e operará mais quatro estações meteomaregráficas em Imbituba, Belém, Santana e um quarto ponto a definir.

Avanços na direção da incorporação das informações produzidas pelos satélites altímetros nas análises da componente vertical do SGB, com a inclusão da correção da Topografia do Nível Médio do Mar (TNMM), ainda são necessárias (IBGE, 2013) para uma plena contribuição da RMPG aos futuros reajustamentos da Rede Altimétrica do SGB com integração de informações de gravidade.

As bases para que a RMPG alcance seu objetivo de monitoramento permanente do nível do mar também repousam nas parcerias institucionais. As parcerias firmadas com a Scpar Porto de Imbituba, Companhia Docas do Ceará (CDC), Companhia Docas de Santana (CDSA), Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade do Havaí e Petrobrás são essenciais. Novas parcerias estão surgindo com a FURG, EPAGRI, Universidade Federal do Pará (UFPA) e Companhia Docas do Pará (CDP).

Como participante ativo do segmento brasileiro do Programa GLOSS (*Global Sea Level Observing System*), liderado pela Marinha do Brasil, o IBGE, através da RMPG, busca a permanente integração de esforços institucionais, entendendo que o monitoramento permanente do nível médio do mar desperta interesse público crescente e submete-se a grandes dificuldades pela severidade do ambiente em que se realiza. Neste contexto, destaca-se a relevância de iniciativas que busquem a melhoria do intercâmbio de dados, possivelmente por meio de um portal nacional de

estações permanentes, no âmbito da estrutura GLOSS BR, o que seria um avanço imenso para a comunidade do mar.

O repovoamento da costa brasileira com estações meteomaregráficas permanentes será de grande valia para atendimento as novas demandas apontadas pelo CICVTM para o desenvolvimento de estudos coordenados de metodologias de integração altimétrica dos referenciais verticais na zona costeira através do refinamento do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) que viabilizará a correta avaliação dos riscos de inundação costeira em decorrência das mudanças climáticas.

Os resultados alcançados nesse Relatório, assim como os apontados por ANTUNES (2013) para o marégrafo secular de Cascais, um dos mais antigos do mundo, aponta que a vinculação desses resultados para estudos da variação do nível do mar é possível, porém devem-se considerar os aspectos que condicionam a confiabilidade das conclusões que deles se possam retirar: a ausência de dados em certos períodos da série (alguns de longa duração), e o elevado nível de ruído presente nas séries de médias mensais, principalmente devido a efeitos meteorológicos, e também a alguns problemas instrumentais, principalmente nas EMs de Imituba e Macaé. Ademais, existe consenso científico de que são necessárias algumas décadas para que se possa confirmar, com rigor, os valores específicos de elevação do NMM (DIAS apud SILVA, 2008).

Referências:

ALENCAR, J. C. M. **Datum Altimétrico Brasileiro**. Cadernos de Geociências, v.5, 1990. p.69-73. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/artigos/1990-datum%20altimetrico%20brasileiro.pdf>

ANTUNES, C. **Análise da evolução do Nível Médio do Mar em Cascais**. Criação e implementação de um sistema de monitorização no litoral abrangido pela área de jurisdição da administração da região hidrográfica do Tejo, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa (FCUL) Junho, 2013.

CALDWELL, P. **Sea Level Data Processing On IBM-PC Compatible Computers Version 3.0** (Year 2000 Compliant). JIMAR Contribution No. 98-319, SOEST, University of Hawaii Sea Level Center, 2001. 40 pp. Disponível em: <<http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhs/c/jas/soft2.html>>. Acesso: jul.2015.

CAMPOS, R. M.; CAMARGO, R.; HARARI, J. **Caracterização de eventos extremos do nível do mar em Santos e sua correspondência com as reanálises do modelo do NCEP no Sudoeste do Atlântico Sul**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.2, 175-184, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v25n2/a03v25n2.pdf>
Acesso em: out.2016.

Centre National d'Etudes Spatiales (CNES). AVISO: Archivage, validation et interprétation des données des satellites océanographiques, 2016. Disponível em: <http://www.aviso.altimetry.fr/en/data/products/ocean-indicators-products/mean-sea-level.html>

CICVTM – **Comitê de Integração dos Componentes Verticais Terrestre e Marítima**. CONCAR, Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.concar.ibge.gov.br/detalheEntidades.aspx?cod=25>. Acesso em: out.2016.

DALAZOANA, R.; LUZ, R. T.; LIMA, S. R. S.; MIRANDA, FR. A.; PALMEIRO, A. S.; MIRANDA, FA. A.; FREITAS, S. R. C. **Controle vertical das RRNN e da posição**

geocêntrica do marégrafo no Porto de Imbituba. In: Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 4., 2005, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR. Disponível em: <<http://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/2008-2005>>. Acesso em: set.2014.

FRANCO, A. S. **Marés: Fundamentos, Análise e Previsão.** 2. ed. Niterói: DHN, xvi, 2009. 344 p.

GRAVELLE, M.; PROTEAU, E.; WÖPPELMANN, G. **Progress Report on the GNSS at Tide Gauge Activities: SONEL Data Holdings & Tools to access the data.** GLOSS-GE Meeting, Goa, Índia, 2015. Disponível em:

http://www.sonel.org/IMG/pdf/sonel_report_to_gloss_ge_2015.pdf Acesso em: 14/10/16

IBGE. **Controle Geodésico por Nivelamento Geométrico das Estações Maregráficas da Rede Maregráfica Permanente para Geodésia - RMPG.** Relatório Interno, Projeto Dalti, 2007a.

_____. **IBGE registra efeitos do aquecimento global na costa brasileira.** Press-release, 26-06-2007b. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias>> Acesso em: out.2016.

_____. **Esclarecimento sobre a relação entre o Datum Vertical do SGB (Imbituba e Santana) e os Níveis de Redução e “Zeros” Hidrográficos no Litoral Brasileiro.** 2009. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/geodesia/rede_maregrafica_permanente_geodesia/relacao_dvsgb_nr_zh.pdf>. Acesso em: out.2015.

_____. **Instruções técnicas para Controle Geodésico de Estações Maregráficas - CGEM e sua vinculação vertical ao Sistema Geodésico Brasileiro – SGB.** Manuais Técnicos em Geociências, n. 11. 2010. 38 p. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS_-_RJ/ManuaisdeGeociencias/Instrucoes_tecnicas_para_controle_geodesico_de_estacoes_maregraficas-CGEM_e_sua_vinculacao_vertical_ao_Sistema_Geodesico_Brasileiro-SGB.pdf. Acesso em: set.2015.

_____. **Ajustamento simultâneo da Rede Altimétrica de Alta Precisão do Sistema Geodésico Brasileiro.** 2011. 60 p. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/altimetrica.shtm>>. Acesso em: jun.2015.

_____. **Relatório de Monitoramento da Variação do Nível Médio do Mar nas estações da Rede Maregráfica Permanente para Geodésia 2001-2012.** 2013. 47 p. IBGE, Rio de Janeiro. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rmpg/relatorio/relatorio_RMPG_2001_2013_GRRV.pdf. Acesso em: fev.2016.

_____. **Centro de Análise SIRGAS.** 2016. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/centros_apres.shtm. Acesso em: out.2016.

INCT-MC, <http://www.ccst.inpe.br/projetos/inct/>

www.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2016/03/Subprojetos-1.pdf

IOC. **Manual de Medição e Interpretação do Nível do Mar.** Paris: IOC, v. I. 1985. Disponível em: http://www.psmsl.org/train_and_info/training/manuals. Acesso em: fev.2015.

_____. Report on Joint IAPSO-IOC Workshop on Sea-Level Measurements and Quality Control, Paris, 12-13 October 1992. Intergovernmental Oceanographic Commission, Workshop Report, No. 81, 1993. 166p. Disponível em: <http://www.unesco.org/ulis/cgi-bin/ulis.pl?catno=94204&set=4D5E4891_0_372&gp=1&lin=1&ll=1>, acesso: 01/10/2013.

International GNSS Service (IGS). **IGS Workshop**, Pasadena, California, USA, 2014. Disponível em: <http://kb.igs.org/hc/en-us/articles/204125433-2014-IGS-Workshop-Summary-Recommendations>. Acesso em: jul.2016.

LUZ, R. T.; NEVES, C. F.; FREITAS, S. R. C. **Proposição e teste de metodologia para instalação e operação de uma rede maregráfica permanente com fins geodésicos**. 1996. Proposta submetida ao Departamento de Geodésia do IBGE.

_____.; GUIMARÃES, V. M. **Dez Anos de Monitoramento do Nível do Mar no IBGE**. 2003. In: Colóquio Brasileiro de Ciências Geodésicas, 3., 2003, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR. Disponível em: <<http://artigos.ibge.gov.br/artigos-home/geodesia/2004-2000>>. Acesso em: set.2016.

_____. **Estratégias para Modernização da Componente Vertical do Sistema Geodésico Brasileiro e sua Integração ao SIRGAS**. xxi, 2008. 179 p. Tese (Doutorado em Ciências Geodésicas), CPGCG/UFPR, Curitiba. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/handle/1884/17075>>. Acesso em: set.2015.

_____.; SOARES, S.; CASTRO, A. C.; LIMA, M. K. **Monitoramento da Variação do Nível Médio do Mar nas Estações da RMPG, 2001-2012**. 2014. In: XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia, 2014, Gramado. Disponível em : http://www.cartografia.org.br/cbc/trabalhos/2/790/CT02-64_05082014.pdf. Acesso em: jul.2016.

MIGUENS, ALTINEU PIRES. **Navegação: A Ciência E A Arte Volume I Navegação Costeira, Estimada E Em Águas Restritas**. DHN, RJ 1996.

MIGUEZ, B. M.; TESTUT, L.; WÖPPELMANN, G. **The Van de Casteele Test Revisited: An Efficient Approach to Tide Gauge Error Characterization**. Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, v.25, n.7, 2008. p.1238-1244. Disponível em: <<http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/2007JTECHO554.1>>. Acesso em: out.2015.

NEVES, C.F.; OVALLE, A. R. C.; ROMANO, A. L. T.; BENTES, F. C. M.; LUZ, R. T. **Programa Redes Cooperativas de Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro, RECOPE RJ**. Rede Litoral-Rio, 1997, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.

PINEAU-GUILLOU L. **Projet BATHYELLI : Détermination du zéro hydrographique à partir de l'altimétrie spatiale et du GPS**. SHOM, 2008. Disponível em:

http://www.shom.fr/fileadmin/data/DOPS/MIP/PEP/HDC/Site_institutionnel/activites-scientifiques/maree-et-courants/marees/ZeroHydrographique/article-navigation-BATHYELLI_V3.pdf . Acesso em: out.2016.

POST, V. E. A.; VON ASMUTH, J. R. Review: Hydraulic head measurements – new technologies, classic pitfalls. Hydrogeology Journal, v.21, n.4, 2013. p.737-750.

Disponível em: <[http:// link.springer.com / article / 10.1007 / s10040-013-0969-0](http://link.springer.com/article/10.1007/s10040-013-0969-0)>, acesso: 07/10/2013.

ROSENBERRY, D. O. Effect of Sensor Error on Interpretation of Long-Term Water-Level Data. Groundwater, v.28, n.6, 1990. p.927-936. Disponível em: <[http:// info.ngwa.org / gwol / pdf / 902873786.PDF](http://info.ngwa.org/gwol/pdf/902873786.PDF)>, acesso: 01/10/2013.

SANTAMARÍA-GÓMEZ,A.; GRAVELLE, M.; COLLILIEUX, X.; GUICHARD, M.; MARTÍN MÍGUEZ, B.; TIPHANEAU, P.; WÖPPELMANN, G. **Mitigating the effects of vertical land motion in tide gauge records using a state-of-the-art GPS velocity field**. Global and Planetary Change 98-99. 2012. p.6-17

SANTOS, S. F. **Investigação de anomalia nos registros do marégrafo do IBGE em Macaé**. 2010. 201 p. Projeto Final (Graduação em Engenharia Cartográfica), Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro.

SILVA, A. A. A.; FREIRE, E.; CRISÓSTOMO, G. **Variações Do Nível Médio Anual Do Mar Em Cascais: Características E Tendências**. Estudos do Quaternário, 5, APEQ, Porto, 2008, pp. 51-66

SIMCOSTA. **Sistema de Monitoramento da Costa Brasileira**. FURG, 2014. Disponível em: <http://www.simcosta.furg.br/simcosta2/#/home> . Acesso em: fev.2015

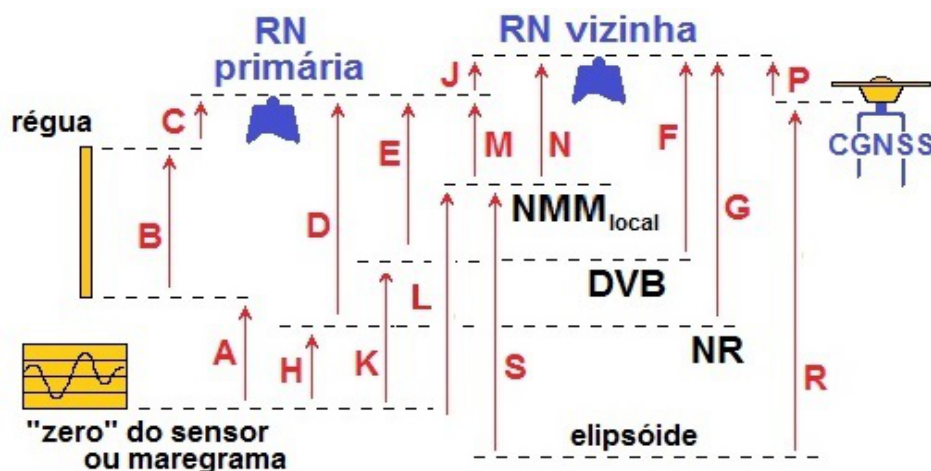
SLOBBE D.C.; KLEES R. **Establishing a consistent vertical reference frame for the North Sea area**, 2012. Disponível em: <http://blast-project.eu/?page=articles&artid=167>
Acesso em: abr.2016

TURNER J.F., J.C. ILIFFE, M.K. ZIEBART, and C.JONES. **Global Ocean Tide Models: Assessment and Use within a Surface Model of Lowest Astronomical Tide**. *Marine Geodesy*, 36(2), 123-137, 2013. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01490419.2013.771717>. Acesso em: jul.2016

WÖPPELMANN, G.; MIGUEZ, B.M.; BOUIN, M.-N.; ALTAMIMI, Z. **Geocentric sea level trend estimates from GPS analyses at relevant tide gauges world-wide**. *Global and Planetary Changes* 57. 2007. p. 396-406.

ANEXOS

Correlação dos Níveis de Referência 2015
Estação da RMPG em SALVADOR



- A. Desnível entre os “zeros” dos marégrafos e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)
- B. Leitura nominal do topo da régua
- C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)
- D. Altura da RN primária acima do Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida em documento externo
- E. Altitude da RN primária referida ao Datum de Imbituba, obtida no BDG do IBGE
- F. Altitude(s) da(s) RN(s) vizinha(s) referida(s) ao Datum de Imbituba, obtida(s) no BDG do IBGE
- G. Altura(s) da(s) RN(s) vizinha(s) ref. ao Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida(s) em documento externo
- H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR
- J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico
- K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba
- L. Nível médio local obtido das leituras do sensor/maregrama
- M. Altura da RN primária acima do nível médio local
- N. Altura da RN vizinha acima do nível médio local
- P. Desníveis entre as RRNN primária/vizinhas e o ponto de referência da estação de monitoramento CGNSS (nível. de CGEM)
- R. Altitude elipsoidal da estação CGNSS, resultante do processamento das respectivas observações com metodologia específica
- S. Altitude elipsoidal do nível médio local, obtida via nivelamento de CGEM

A(1). Desnível entre os “zeros” dos maregrama e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Castele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
22/07/2005	-0,895	0,033	
11/06/2006	-0,018	0,016	
14/06/2007	-0,006	0,016	
05/10/2009	0,410	0,158	
02/08/2011	-0,061	0,023	
21/08/2013	0,007	0,036	
19/03/2015	-0,214	0,018	(A1)

A(2). Desnível entre os “zeros” do sensor radar e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Castele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
05/10/2009	4,993	0,028	
02/08/2011	5,008	0,036	

21/08/2013	5,117	0,031	
19/03/2015	5,013	0,024	(A2)

B. Leitura nominal do topo da régua

data de instalação	valor (m)	transporte
10/2004	4,015	
03/2005	4,015	
03/2015	4,015	(B)

obs.: 4.000 (topo da régua) + 0.015 (altura do pino).

C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)

data de nivelamento	desnível (m)	discrepância do duplo nivelamento (m)	transporte
19/10/2004	0,236		
01/06/2005	0,243		
01/12/2005	0,242		
01/05/2006	0,239		
01/12/2006	0,225		
03/08/2011	0,231	0,000	
18/09/2013	0,229	0,000	
19/03/2015	0,230	0,000	(C)

obs.: RN primária = 3640A (chapa metálica à 5 m a noroeste da estação maregráfica do IBGE, 7 m a nordeste da escada que liga o quebra mar ao ancoradouro), implantada em 05/2006;

D/G. Alturas das RRNN (primária/vizinhas) acima do Nível de Redução da DHN ("NR")

RN	documento externo	altura (m)	transporte
3640A	DHN F-41-40141-versão 1/2011	3,265	(D)
3630T	DHN F-41-40141-versão 1/2011	4,397	(G1)
3630X (RN1-DHN)	DHN F-41-40141-versão 1/2011	2,992	(G2)

obs.: esta ficha foi compilada da F-41-Padrão-Capitania de Salvador-40141-Versão 1/2011. Atualizada em 04/09/2013.

E/F. Altitudes das RRNN (primária/vizinhas) referidas ao Datum de Imbituba

RN	documento interno	altura (m)	transporte
3640A	BDG - IBGE	2,209	(E)
3630T	BDG - IBGE	3,342	(F1)
3630X (RN1-DHN)	BDG - IBGE	1,936	(F2)

J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico

seção	data	desnível (m)	diferença (mm)	comprim.(km)	discrep.(mm)	transporte
3640A:3630T	10/2004	1,134				
	07/2005	1,133	-0,7			
	12/2005	1,133	0,35			
	05/2006	1,133	-0,35			
	12/2006	1,132	-0,9			
	04/2010	1,131	-0,8			
	08/2013	1,131	-0,86			
	03/2015	1,130	-0,84			
	média	1,133				(J1)
3640A:3630X	10/2004	-0,272				
	07/2005	-0,273	-0,45			
	12/2005	-0,273	-0,2			
	05/2006	-0,273	-0,15			

12/2006	-0,274	-0,95
04/2010	-0,275	-1,02
09/2013	-0,277	-1,88
03/2015	-0,277	-0,3
média	-0,274	

(J2)

K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba

K1	maregrama	$K1=A1+B+C-E=$	1,822
		$K1=A1+B+C+J1-F1=$	1,822
		$K1=A1+B+C+J2-F2=$	1,821
		média K1 =	1,822

K2	sensor radar	$K2=A2+B+C-E=$	7,049
		$K2=A2+B+C+J1-F1=$	7,049
		$K2=A2+B+C+J2-F2=$	7,048
		média K2 =	7,049

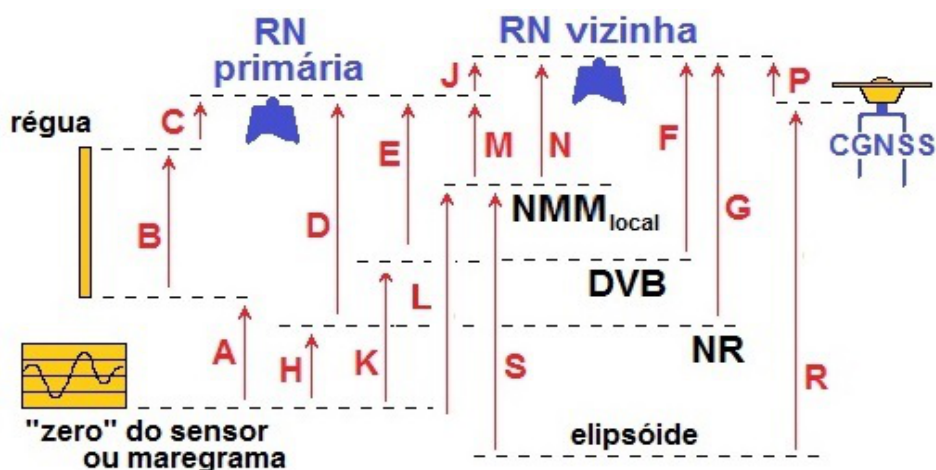
H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR

H1	maregrama	$H1=A1+B+C-D=$	0,766
		$H1=A1+B+C+J1-G1=$	0,766
		$H1=A1+B+C+J2-G2=$	0,765
		média H1 =	0,766

H2	sensor radar	$H2=A2+B+C-D=$	5,993
		$H2=A2+B+C+J1-G1=$	5,993
		$H2=A2+B+C+J2-G2=$	5,992
		média H2 =	5,993

obs.:os dados disponibilizados na página do IBGE referem-se ao sensor primário RADAR

Correlação dos Níveis de Referência 2015
Estação da RMPG em FORTALEZA



- A. Desnível entre os “zeros” dos marégrafos e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)
- B. Leitura nominal do topo da régua
- C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)
- D. Altura da RN primária acima do Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida em documento externo
- E. Altitude da RN primária referida ao Datum de Imbituba, obtida no BDG do IBGE
- F. Altitude(s) da(s) RN(s) vizinha(s) referida(s) ao Datum de Imbituba, obtida(s) no BDG do IBGE
- G. Altura(s) da(s) RN(s) vizinha(s) ref. ao Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida(s) em documento externo
- H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR
- J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico
- K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba
- L. Nível médio local obtido das leituras do sensor/maregrama
- M. Altura da RN primária acima do nível médio local
- N. Altura da RN vizinha acima do nível médio local
- P. Desníveis entre as RRNN primária/vizinhas e o ponto de referência da estação de monitoramento CGNSS (nível. de CGEM)
- R. Altitude elipsoidal da estação CGNSS, resultante do processamento das respectivas observações com metodologia específica
- S. Altitude elipsoidal do nível médio local, obtida via nivelamento de CGEM

A(1). Desnível entre os “zeros” dos maregrama e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Castele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
17/04/2008	-0,052	0,055	(#1)
23/04/2008	0,001	0,050	
02/12/2010	0,015	0,059	
21/08/2013	0,058	0,061	
03/07/2015	-0,539	0,047	(A1)

obs.: (#1) a régua instalada em 09/2007 não foi aferida, tampouco nivelada, antes da avaria ocorrida em 10/2007 e do conseqüente reposicionamento em 12/2007; (#m) novos resultados, decorrentes do encurtamento e reinstalação da régua, ainda se encontram em análise

A(2). Desnível entre os “zeros” do sensor radar e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Castele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
17/04/2008	2,984	0,048	(#1)
23/04/2008	3,006	0,031	
31/03/2010	4,304	0,063	
21/08/2013	4,305	0,028	
03/07/2015	4,301	0,026	(A2)

obs.: (#1) a régua instalada em 09/2007 não foi aferida, tampouco nivelada, antes da avaria ocorrida em 10/2007 e do consequente reposicionamento em 12/2007; (#m) novos resultados, decorrentes do encurtamento e reinstalação da régua, ainda se encontram em análise

B. Leitura nominal do topo da régua

data de instalação	valor (m)	transporte
01/09/2007	6,017	(#2)
12/12/2007	6,017	(#3)
30/03/2010	4,637	
30/08/2013	4,637	
03/07/2015	4,637	(B) (#m)

obs.: (#2) 6.001 (topo da régua) + 0.016 (altura do pino); (#3) reposicionada sem alteração do comprimento; (#m) novos resultados, decorrentes do encurtamento e reinstalação da régua, ainda se encontram em análise

C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)

data de nivelamento	desnível (m)	discrepância do duplo nivelamento (m)	transporte
17/04/2008	0,551	0,00000	
31/03/2010	0,631	0,00019	
30/08/2013	0,624	0,00010	
03/07/2015	0,626	0,00000	(C)

obs.: RN primária = 4336-A (chapa cravada no cais em frente ao abrigo da estação maregráfica), implantada em 04/2008; pino da régua = codificado pelo IBGE como RN 4336-B (destruída em 12/2009, com o rompimento e extravio do segmento superior da régua); (#m) novos resultados, decorrentes do encurtamento e reinstalação da régua, ainda se encontram em análise

D/G. Alturas das RRNN (primária/vizinhas) acima do Nível de Redução da DHN ("NR")

RN	documento externo	altura (m)	transporte
4336-A	DHN F-41-701-001/08	4,789	(D)
9320-P	DHN F-41-701-001/08 (#m)	4,851	(G1)

obs.: Esta ficha foi compilada da F-41-Porto de Mucuripe - Fortaleza-30340-Versão 2/2013. Atualizada em 05/09/2013. (#m) transporte do desnível para RN 9320P em relação ao NR feito por nivelamento geométrico.

E/F. Altitudes das RRNN (primária/vizinhas) referidas ao Datum de Imbituba

RN	documento interno	altura (m)	transporte
4336-A	PRELIMINAR	3,455	(E)
9320-P	SGB	3,517	(F1)

obs.: Ajustamento preliminar baseado na RN 9320P. Aguardando ajustamento global.

J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico

seção	data	desnível (m)	diferença (mm)	comprim.(km)	discrep.(mm)	transporte
9320P:4336A	25/03/2010	0,062		0,112		
	21/08/2013	0,062	-0,2	0,112		
	03/07/2015	0,062	-0,1	0,112		
	média	0,062				(J1)

K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba

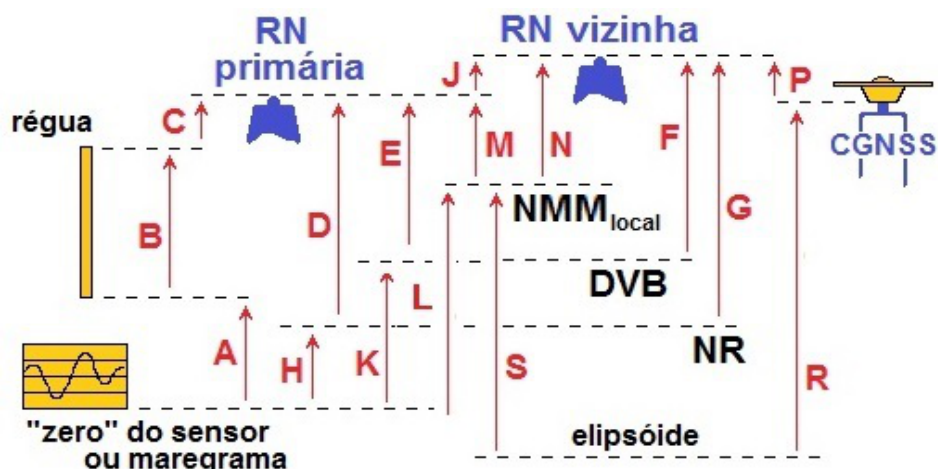
K1	maregrama	$K1=A1+B+C-E=$	1,269
		$K1=A1+B+C+J1-F1=$	1,269
		média K1 =	1,269
K2	sensor radar	$K2=A2+B+C-E=$	6,109
		$K2=A2+B+C+J1-F1=$	6,109
		média K2 =	6,109

H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR

H1	maregrama	$H1=A1+B+C-D=$	-0,065
		$H1=A1+B+C+J1-G1=$	-0,065
		média H1 =	-0,065
H2	sensor radar	$H2=A2+B+C-D=$	4,775
		$H2=A2+B+C+J1-G1=$	4,775
		média H2 =	4,775

obs.:Os dados disponibilizados na página do IBGE referem-se ao sensor primário RADAR

Correlação dos Níveis de Referência 2015
Estação da RMPG em SANTANA



- A. Desnível entre os “zeros” dos marégrafos e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)
- B. Leitura nominal do topo da régua
- C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)
- D. Altura da RN primária acima do Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida em documento externo
- E. Altitude da RN primária referida ao Datum de Imbituba, obtida no BDG do IBGE
- F. Altitude(s) da(s) RN(s) vizinha(s) referida(s) ao Datum de Imbituba, obtida(s) no BDG do IBGE
- G. Altura(s) da(s) RN(s) vizinha(s) ref. ao Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida(s) em documento externo
- H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR
- J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico
- K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba
- L. Nível médio local obtido das leituras do sensor/maregrama
- M. Altura da RN primária acima do nível médio local
- N. Altura da RN vizinha acima do nível médio local
- P. Desníveis entre as RRNN primária/vizinhas e o ponto de referência da estação de monitoramento CGNSS (nível. de CGEM)
- R. Altitude elipsoidal da estação CGNSS, resultante do processamento das respectivas observações com metodologia específica
- S. Altitude elipsoidal do nível médio local, obtida via nivelamento de CGEM

A(1). Desnível entre os “zeros” dos maregrama e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Castele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
07/09/2006	1,488	0,070	
28/08/2007	1,573	0,034	
02/09/2008	1,546	0,036	
27/03/2009	1,525	0,042	
14/07/2010	1,286	0,040	
19/05/2011	1,424	0,044	
23/05/2012	1,124	0,034	
19/06/2015	3,510	0,020	(A1)

A(3). Desnível entre os “zeros” do sensor de pressão e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Castele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
07/09/2006	0,506	0,018	
28/08/2007	0,981	0,029	
02/09/2008	(#m)	(#m)	

27/03/2009	(#m)	(#m)	
14/07/2010	(#m)	(#m)	
19/05/2011	0,422	0,035	
23/05/2012	(#m)	(#m)	
19/06/2015	0,455	0,090	(A2)

obs.: (#m) período em que o sensor de pressão encontrou-se parado

B. Leitura nominal do topo da régua

data de instalação	valor (m)	transporte
06/2005	6,000	(#1)
03/2009	6,010	(#2)
05/2012	6,010	
06/2015	6,010	(B)

obs.: (#1) 6.000 (topo da régua) + 0.0104 (altura do pino);

C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)

data de nivelamento	desnível (m)	discrepância do duplo nivelamento (m)	transporte
04/09/2005	1,440		(#3)
28/03/2009	1,429		
17/05/2012	1,428	0,000	
19/06/2015	1,429	0,000	(C)

obs.: RN primária = 4027-D (chapa cravada no piso de concreto, junto e em frente de um dos atracadores do pier do Porto de Santana, na Cia. Docas de Santana, implantada em 01/09/2005; (#3) na medição de 2005 ainda não havia pino na régua.

D/G. Alturas das RRNN (primária/vizinhas) acima do Nível de Redução da DHN ("NR")

RN	documento externo	altura (m)	transporte
4027D	DHN F-41-10615 - Versão 2/2012	6,580	(D)
3122B	DHN F-41-10615 - Versão 2/2012	6,573	(G1)
9303S-DHN01	DHN F-41-10615 - Versão 2/2012	6,714	(G2)

obs.: Esta ficha foi compilada da F-41-Padrão - Cia Docas do Porto de Santana - 10615 - Versão 2/2012. Atualizada em 03/09/2013.

E/F. Altitudes das RRNN (primária/vizinhas) referidas ao Datum de Santana

RN	documento interno	altura (m)	transporte
4027D	BDG-IBGE	5,262	(E)
3122B	PRELIMINAR (#6)	5,257	(F1)
9303S-DHN 01	PRELIMINAR (#6)	5,399	(F2)

obs.:(#6) Ajustamento preliminar baseado na RN 4027D. Aguardando ajustamento global.

J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico

seção	data	desnível (m)	diferença (mm)	comprim.(km)	discrep.(mm)	transporte
4027D:3122B	26/03/2009	-0,0049		0,061		
	17/05/2012	-0,0049	-0,04	0,060		
	19/06/2015	-0,0049	0,04	0,060		
	média	-0,0049				(J1)
4027D:DHN1(9303S)	29/03/2009	0,1367		0,380		
	18/05/2012	0,1431	6,41	0,382		
	19/06/2015	0,1371	-5,96	0,200		
	média	0,1399				(J2)

K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Santana

K1	maregrama	$K1=A1+B+C-E=$	5,687
		$K1=A1+B+C+J1-F1=$	5,682
		$K1=A1+B+C+J2-F2=$	5,690
		média K1 =	5,687

K2	sensor pressão	$K2=A2+B+C-E=$	2,627
		$K2=A2+B+C+J1-F1=$	2,632
		$K2=A2+B+C+J2-F2=$	2,635
		média K2 =	2,632

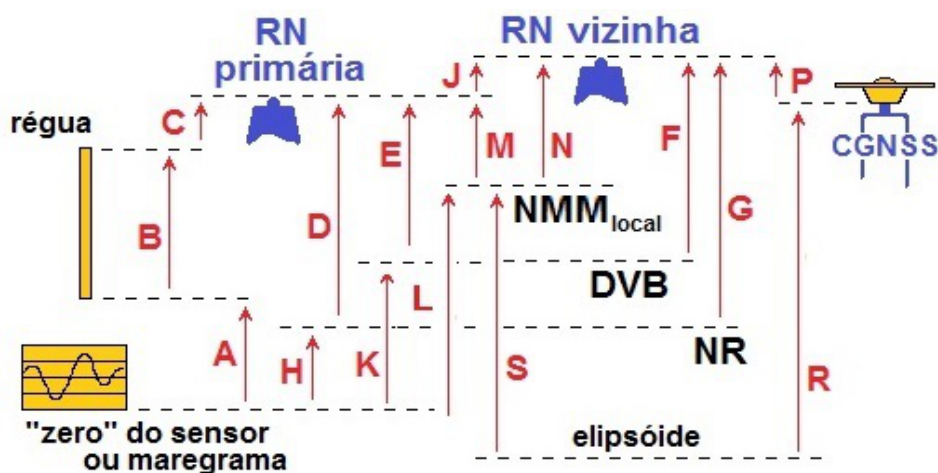
H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR

H1	maregrama	$H1=A1+B+C-D=$	4,369
		$H1=A1+B+C+J1-G1=$	4,364
		$H1=A1+B+C+J2-G2=$	4,509
		média H1 =	4,414

H2	sensor pressão	$H2=A2+B+C-D=$	1,314
		$H2=A2+B+C+J1-G1=$	1,309
		$H2=A2+B+C+J2-G2=$	1,454
		média H2 =	1,359

obs.:os dados disponibilizados na página do IBGE referem-se ao sensor primário PRESSÃO

Correlação dos Níveis de Referência 2015
Estação da RMPG em MACAÉ



- A. Desnível entre os “zeros” dos marégrafos e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)
- B. Leitura nominal do topo da régua
- C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)
- D. Altura da RN primária acima do Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida em documento externo
- E. Altura da RN primária referida ao Datum de Imbituba, obtida no BDG do IBGE
- F. Altura(s) da(s) RN(s) vizinha(s) referida(s) ao Datum de Imbituba, obtida(s) no BDG do IBGE
- G. Altura(s) da(s) RN(s) vizinha(s) ref. ao Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida(s) em documento externo
- H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR
- J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico
- K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba
- L. Nível médio local obtido das leituras do sensor/maregrama
- M. Altura da RN primária acima do nível médio local
- N. Altura da RN vizinha acima do nível médio local
- P. Desníveis entre as RRNN primária/vizinhas e o ponto de referência da estação de monitoramento CGNSS (nível. de CGEM)
- R. Altura elipsoidal da estação CGNSS, resultante do processamento das respectivas observações com metodologia específica
- S. Altura elipsoidal do nível médio local, obtida via nivelamento de CGEM

A(1). Desnível entre os “zeros” dos maregrama e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Castele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
24/04/1997	0,871	0,108	
27/09/2000	1,294	0,162	
24/11/2001	0,997	0,025	
28/04/2002	0,982	0,032	
06/10/2002	1,034	0,028	
24/04/2003	1,014	0,045	
02/04/2007	0,088	0,025	
07/03/2008	1,001	0,026	
21/08/2009	-0,019	0,036	
09/09/2010	0,013	0,073	
06/06/2012	0,917	0,034	
10/09/2013	0,994	0,088	
16/05/2014	0,960	0,118	
19/03/2015	-0,021	0,036	(A1)

A(2). Desnível entre os "zeros" do sensor pressão e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)
--

data de aferição ("Castele")	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
24/11/2001	-0,028	0,021	
28/04/2002	-0,024	0,027	
06/10/2002	0,020	0,026	
02/04/2003	0,023	0,026	
07/03/2008	0,139	0,158	
06/06/2012	-0,099	0,029	
10/09/2013	0,078	0,035	
16/05/2014	0,133	0,086	
19/03/2015	0,161	0,034	(A2)

B. Leitura nominal do topo da régua
--

data de instalação	valor (m)	transporte
13/12/94	4,513	(#1)
22/11/99	4,513	
01/05/01	2,013	(#2)
01/11/02	2,013	
01/12/02	4,013	(#3)
01/04/05	4,013	
01/03/06	4,013	
01/04/07	3,013	(#4)
09/09/10	3,013	
11/11/12	3,013	
16/05/14	3,013	
19/03/15	3,013	(#m) (B)

obs.: (#1)4.500 (topo da régua) + 0.0128 (altura do pino); (#2) reposicionada com alteração do comprimento 2.000 (topo régua); (#3) reposicionada com alteração do comprimento 4.000 (topo régua); (#4) reposicionada com alteração do comprimento 3.000 (topo régua); (#m) novos resultados, decorrentes do encurtamento e reinstalação da régua, ainda se encontram em análise.

C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)
--

data de nivelamento	desnível (m)	discrepância do duplo nivelamento (m)	transporte
13/12/1994	0,015		
22/11/1999	0,173		
01/05/2001	2,515		
01/11/2002	2,515		
01/12/2002	0,051		
01/04/2005	0,498		
01/03/2006	0,498		
01/04/2007	1,479		
09/09/2010	1,491		
11/11/2012	1,497	0,000	
16/05/2014	1,479	0,001	
19/03/2015	1,498	0,001	(C)

obs.: RN primária = 3086-U (chapa cravada a esquerda da entrada da passarela de acesso a estação maregráfica), implantada em 04/11/1999; (#m) novos resultados, decorrentes do encurtamento e reinstalação da régua, ainda se encontram em análise

K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba

K1	maregrama	$K1=A1+B+C-E=$	0,286
		$K1=A1+B+C+J1-F1=$	0,264
		$K1=A1+B+C+J2-F2=$	0,287
		média K1 =	0,279

K2	pressão	$K2=A2+B+C-E=$	1,810
		$K2=A2+B+C+J1-F1=$	1,788
		$K2=A2+B+C+J2-F2=$	1,811
		média K2 =	1,803

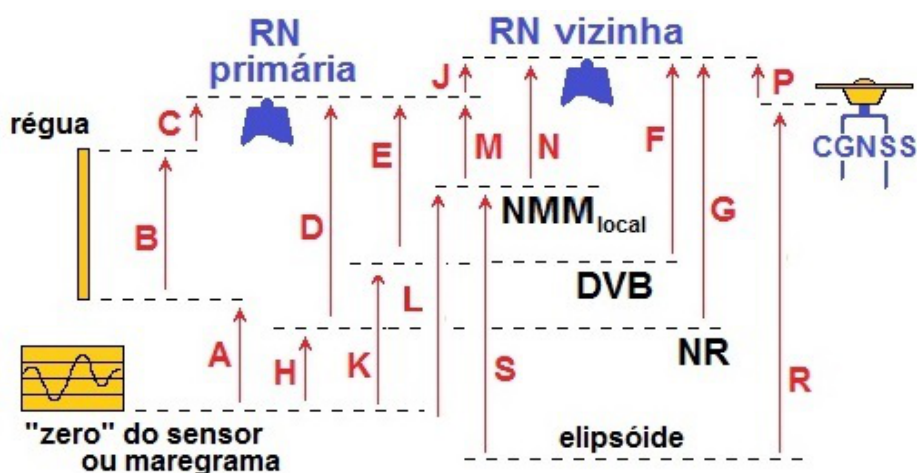
H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR
--

H1	maregrama	$H1=A1+B+C-D=$	-0,084
		$H1=A1+B+C+J1-G1=$	-0,101
		$H1=A1+B+C+J2-G2=$	-0,087
		média H1 =	-0,091

H2	pressão	$H2=A2+B+C-D=$	1,440
		$H2=A2+B+C+J1-G1=$	1,423
		$H2=A2+B+C+J2-G2=$	1,437
		média H2 =	1,433

obs.:os dados disponibilizados na página do IBGE referem-se ao sensor primário PRESSÃO

Correlação dos Níveis de Referência 2015
Estação da RMPG em IMBITUBA



- A. Desnível entre os “zeros” dos marégrafos e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)
- B. Leitura nominal do topo da régua
- C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)
- D. Altura da RN primária acima do Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida em documento externo
- E. Altitude da RN primária referida ao Datum de Imbituba, obtida no BDG do IBGE
- F. Altitude(s) da(s) RN(s) vizinha(s) referida(s) ao Datum de Imbituba, obtida(s) no BDG do IBGE
- G. Altura(s) da(s) RN(s) vizinha(s) ref. ao Nível de Redução da DHN (“NR”), obtida(s) em documento externo
- H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao NR
- J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico
- K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do marégrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba
- L. Nível médio local obtido das leituras do sensor/maregrama
- M. Altura da RN primária acima do nível médio local
- N. Altura da RN vizinha acima do nível médio local
- P. Desníveis entre as RRNN primária/vizinhas e o ponto de referência da estação de monitoramento CGNSS (nivel. de CGEM)
- R. Altitude elipsoidal da estação CGNSS, resultante do processamento das respectivas observações com metodologia específica
- S. Altitude elipsoidal do nível médio local, obtida via nivelamento de CGEM

A(1). Desnível entre os “zeros” dos maregrama e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Casteele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
04/10/2002	0,012	0,023	
30/06/2003	-0,026	0,024	
10/02/2005	-0,049	0,015	
26/02/2010	0,010	0,021	
16/05/2014	-0,004	0,004	
17/04/2015	-0,180	0,020	(A1)

obs.: reposicionada em 2014 após instalação de ponta cônica no tubo de calmária.

A(2). Desnível entre os “zeros” do sensor pressão e da régua (negativo: zero da régua mais baixo)

data de aferição (“Casteele”)	desnível (m)	desvio-padrão (m)	transporte
04/10/2002	1,190	0,082	
30/06/2003	1,213	0,038	

10/02/2005	1,215	0,075	
26/02/2010	1,238	0,042	
16/05/2014	1,345	0,042	
17/04/2015	1,344	0,055	(A2)

B. Leitura nominal do topo da régua

data de instalação	valor (m)	valor (m) zero da régua	transporte
09/2001	2,000	2	
11/2013	3,017	2,017	(#1)
05/2014	3,016	2,016	(#2)
04/2015	3,016	2,016	(B)

obs.: zero da régua encontra-se a 1 metro a partir da base da régua; (#1)3.000 (topo da régua) + 0.0169 (altura do pino); (#2) 0.01575 (altura do pino); (#m) novos resultados, decorrentes do encurtamento e reinstalação da régua, ainda se encontram em análise.

C. Desnível do pino/topo da régua até a RN primária (negativo: RN abaixo do ponto da régua)

data de nivelamento	desnível (m)	discrepância do duplo nivelamento (m)	transporte
23/06/2001	0,395		
24/06/2002	0,503		
25/06/2003	0,503		
26/06/2005	0,537		
27/06/2006	0,537		
01/07/2010	0,488		
05/07/2013	0,488		
12/05/2014	0,487	0,10000	
17/04/2015	0,486		(C)

obs.: RN primária = 3012X, fixada na 3ª viga de sustentação do berço 1, situado sob o piso do referido berço (piso inferior) próximo da estação maregráfica.

D/G. Alturas das RRNN (primária/vizinhas) acima do Nível de Redução da DHN ("NR")

RN	documento externo	altura (m)	transporte
RN 3012X	F-41-60250-Versão 1/2009	2,406	(D)
CBD3A (RN9352M)	F-41-60250-Versão 1/2009	6,538	(G1)
UFPR2 (RN 3103V)	F-41-60250-Versão 1/2009	2,227	(G2)

obs.: Esta ficha foi compilada do Modelo DHN-5503 de 1957 e das F-41- 1908-001/00, F-41-1908-001/03 e da F-41-1908-001/06. Atualizada em 06/09/2013.

E/F. Altitudes das RRNN (primária/vizinhas) referidas ao Datum de Imbituba

RN	documento interno	altura (m)	transporte
RN 3012X	BDG-IBGE (#5)	2,035	(E)
CBD3A (RN9352M)	BDG-IBGE (#5)	6,174	(F1)
UFPR2 (RN 3103V)	PRELIMINAR(#6)	1,853	(F2)

obs.: (#5) A Referência de Nível (RN) 3012X e 9352M pertencem a um ramal; (#6) Ajustamento preliminar baseado na RN 3012X. Aguardando ajustamento global.

J. Acompanhamento da estabilidade das RRNN da estação via nivelamento geométrico

seção	data	desnível (m)	diferença (mm)	comprim.(km)	discrep.(mm)	transporte
3012X:CBD3A(9352M)	02/05/2013	4,1179		0,180		
	12/05/2014	4,1155	-2,36	0,392		
	17/04/2015	4,1144	-1,1	0,343		
	média	4,1159				(J1)
3012X:3103V (UFPR2)	02/05/2013	-0,1813		0,152		
	12/05/214	-0,1812	0,07	0,152		
	17/04/215	-0,1823	-1,07	0,152		
	média	-0,1816				(J2)

K. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do mareógrafo para referenciá-las ao Datum de Imbituba

K1	maregrama	$K1=A1+B+C-E=$	0,286
		$K1=A1+B+C+J1-F1=$	0,264
		$K1=A1+B+C+J2-F2=$	0,287
		média K1 =	0,279

K2	pressão	$K2=A2+B+C-E=$	1,810
		$K2=A2+B+C+J1-F1=$	1,788
		$K2=A2+B+C+J2-F2=$	1,811
		média K2 =	1,803

H. Constante a ser SUBTRAÍDA das leituras do mareógrafo para referenciá-las ao NR

H1	maregrama	$H1=A1+B+C-D=$	-0,084
		$H1=A1+B+C+J1-G1=$	-0,101
		$H1=A1+B+C+J2-G2=$	-0,087
		média H1 =	-0,091

H2	pressão	$H2=A2+B+C-D=$	1,440
		$H2=A2+B+C+J1-G1=$	1,423
		$H2=A2+B+C+J2-G2=$	1,437
		média H2 =	1,433

obs.:os dados disponibilizados na página do IBGE referem-se ao sensor primário PRESSÃO

Equipe Técnica

Diretoria de Geociências

Coordenação de Geodésia

Sonia Maria Alves Costa

Planejamento e coordenação técnica geral da publicação

Roberto Teixeira Luz

Salomão Soares

Controle da Operação da RMPG e Processamento de suas Observações

Antonio da Cruz Castro

Everton Gomes dos Santos

Ida da Silva Costa

Salomão Soares

Desenvolvimento de programas computacionais específicos

Aislan Célio Ferreira

Antonio Carvalho Filho

Nilo César Coelho da Silva

Nilton de Souza Ribas Junior

Roberto Teixeira Luz

Rogério Valério Pereira

Supervisão do reproprocessamento das observações

Everton Gomes dos Santos

Elaboração do Relatório

Salomão Soares

Revisão do Relatório

Roberto Teixeira Luz

Everton Gomes dos Santos

Suporte técnico-gerencial

Valéria Guimarães Carvalho

Paulo César Pires

Luiz Antonio de Moraes

Alberto Luis da Silva

Marco Aurelio de Almeida Lima

Hélio Martins Galvão

Maíra Kronenberg Lima

Jéssica Caroline dos Santos Siqueira

Jorge Ricardo Muniz Kwasinski Filho

Aprovação do Relatório

Sonia Maria Alves Costa

Unidade Estadual do IBGE no Amapá (UE-AP)

Supervisão da Base Territorial (SBT)

Operação da Estação de Santana, AP

Haroldo Canto Ferreira
Marconi Edson Silva Uchôa
Marco Antônio Lopes Guimarães
Renato Glauber de Almeida
Francisco Tomé Teles Menezes

Unidade Estadual do IBGE na Bahia (UE-BA)

Gerência de Geodésia e Cartografia (GGC)

Operação da Estação de Salvador, BA

Nilton de Souza Ribas Junior
Antônio Lúcio Bentes da Fonseca
Márcio Brito Bonifácio
Dionísio Costa Cruz Junior
José Carlos dos Santos
Luiz Augusto Valois Cardoso
José Carlos Mata Rocha
Florisvaldo dos Santos
Antonio Eli Pires Rosas

Unidade Estadual do IBGE no Ceará (UE-CE)

Gerência de Geodésia e Cartografia (GGC)

Operação da Estação de Fortaleza, CE

Jose Ademar Araújo
Jose Felix Pereira Filho
Elisvaldo Almeida de Castro ("in memorian")
Francisco Herlane Marques Soares
Raimundo Nonato Araújo
Washington Luiz Rodrigues Silva
Renato Rodrigues Pinheiro
Jose Augusto Faes
Fabio Carneiro Lobo
Geraldo Santos Landovsky
Jose Deusimar de Andrade Pereira
Antonio Teixeira Neto
Jose Tadeu Gonçalves
João do Carmo Felipe
Carlos Reginaldo de Freitas Figueiredo

Unidade Estadual do IBGE no Pará (UE-PA)

Supervisão de Geodésia e Cartografia (SGC)

Acompanhamento da Operação da Estação de Belém, PA

Ademir Alberto Souto de Jesus
Alan Silva Almeida
Alda Monteiro Barbosa
Antonio Sérgio da Silva Wanzeller
Diniz Henrique Ferreira Botelho Filho
Djair Cardoso de Almeida

Djalma Cardoso de Almeida
Luis Henrique Rocha Guimarães
Sérgio Gomes da Silva
Silvio Costa de Sousa (Informática)
Waldemar Francisco Mendes Moraes

Unidade Estadual do IBGE no Rio de Janeiro (UE-RJ)

Agência do IBGE em Macaé (Ag-Macaé)

Operação da Estação de Macaé, RJ

Miraci Porto da Silva – aposentado

Gerência de Levantamentos Geodésicos e Cartográficos- GLGC

Luiz Antonio Xavier
Ricardo de Oliveira Ribas

Unidade Estadual do IBGE em Santa Catarina (UE-SC)

Gerência de Geodésia e Cartografia (GGC)

Acompanhamento da Operação da Estação de Imbituba, SC

César Luis Soares Monteiro
Luiz Fernando Abonízio Guerreiro
Luiz Fernando Reinheimer
Luiz Gustavo Vieira
Marcia de Melo Faria
Renan Moraes
Renato José Furigo Lelis
Valmir Bosio
Veroni José Cristóvão

Colaboração externa

Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Marinha do Brasil

CF Cesar Borba

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Prof. Dr. Claudio Freitas Neves

Universidade Federal do Paraná (UFPR)

Prof. Dr. Sílvio Rogério Correia de Freitas

Sea Level Centre, University of Hawaii (UHSLC)

Patrick Caldwell
Nikolai Turetsky
Jerard Jardin