

Considerações sobre as Variações do Nível do Mar do Litoral do Brasil no Século XX

Afranio Rubens de Mesquita

Instituto Oceanográfico – Universidade de São Paulo

Um Pouco da história...

As variações do Nível do Mar contém em seu bojo, informações sobre quase todos os fenômenos físicos oceânicos até agora registrados..., das glaciações..., aos fenômenos de micro-estrutura oceânica. Na pré-história essas variações, juntamente com relâmpagos e trovões entre outros, eram explicadas de forma “sui generis”. Diz a lenda que as variações diárias do nível do mar, segundo duas marés altas e duas marés baixas, eram atribuídas pelas populações ribeirinhas, à respiração de um grande “monstro marinho” a habitar as profundezas. Ao inspirar...marés altas, ao expirar..., marés baixas.... Teoria não menos curiosa é devida a Aristóteles, filósofo grego, cujas idéias sobre a Física do planeta permearam a civilização ocidental até o renascimento no século XV. Para ele a Terra era uma plataforma, “lugar natural” de todas as coisas, onde todas elas, ao rolar, paravam naturalmente e ao redor dela o Universo girava em concordância. A aceleração das coisas, fenômeno que requer a utilização de marcadores de tempo mais acurados, era de difícil percepção, na ausência desses medidores na época. O fenômeno da aceleração, diz ainda a lenda, fez com que Aristóteles morresse afogado, em canal de maré, por não entender como as águas no Canal fluíam; hora em uma direção e seis horas depois em direção oposta, ao longo dos dias...e anos..., sem parar.... As águas não se moviam em direção ao seu “lugar natural”, mas “no” seu “lugar natural”; as águas paravam..., em seguida se punham a movimentar em direção oposta inexplicavelmente. Certamente à procura do seu “lugar natural”..., mas qual seria esse lugar natural? O fenômeno de desaceleração/aceleração que fazia a água parar, mudar de direção e em seguida aumentar de velocidade era fenômeno de discernimento impossível na época. Foi demais para Aristóteles!!!. Até que Galileu, cerca de dezoito séculos mais tarde, notou que coisas deixadas cair da Torre de Pizza, na Itália, à partir do repouso, adquiriam mais e mais velocidade até chegarem no solo. Para explicar a variação desse movimento, de zero até uma velocidade maior, ele construiu planos inclinados, onde a variação da velocidade das coisas, em queda, tinham movimento mais lento e pode ser acompanhada e estimada com medidores de tempo tipo “metrônomo” - através de músicas de ritmo constante - .

Não apenas a descoberta do fenômeno da aceleração modificou Aristóteles, mas Galileu modificou-o também, ao notar que superfícies lisas ao extremo permitiam que as coisas não parassem ao serem “quicadas” por um impulso..., oposto ao que afirmava a Física de Aristóteles. Anos mais tarde um outro laboratorialista de grande expressão científica, estudou as variações com o tempo da velocidade de queda das

coisas, a aceleração de Galileu, e, eurísticamente, produziu o cálculo diferencial, que tanto influenciou o desenvolvimento das ciências e das tecnologias na civilização ocidental. Não apenas isso, mas à partir das Idéias de Copérnico, Kepler e outros, Newton também descobriu, por indução, a Lei da Força de Atração entre as coisas, modificando também Aristóteles, que dizia ser a Terra o lugar “Natural” das coisas e portanto, não havia a necessidade de força alguma para trazê-las até o chão. Esta descoberta, tendo em vista o contexto cultural em que foi examinada, mas não apenas por isso, é a mais extraordinária descoberta da Física em todos os tempos; afinal, nós somos atraídos por todas as coisas no planeta Terra e nunca nos demos e ainda não nos damos conta da existência dessa força de atração entre nós; entre Eu e Você!!!. Como isso pode ser...???

Medições do Nível do Mar no Brasil

Os astrônomos da época encontraram no fenômeno das Marés, que Newton havia explicado, ou tentava explicar, a única forma de verificar, examinar e, antes de tudo, perceber, sentir a ocorrência dessa força global existente entre todas as coisas e que gera a maré ao redor do globo. Em decorrência desse interesse bastante justificado, a primeira medição dos efeitos resultantes da lei de atração gravitacional de Newton, sobre o nível do mar na costa brasileira, se deu em 1781-1782 por Sanches Dorta, um astrônomo Português, que para o hemisfério Sul se deslocou, com esse objetivo (1). Poucos anos depois, a verificação integral da lei de Newton foi feita por Cavendish (2), em seu trabalho sobre a densidade da Terra que veio a detetar, em 1798, a força de atração entre massas na superfície da Terra, em seu belo arranjo laboratorial, com uma balança de torção e dela calcular o valor da Constante Universal Gravitacional, que hoje leva o seu nome. Essa foi a forma com que uma força não perceptível entre nós e também não perceptível por Aristóteles, foi aceita e incorporada ao discernimento das coisas não perceptíveis de nossa realidade.

Por um discernimento maior, hoje em dia sabe-se mais, sabe-se que a força que gera a maré e_2 na forma como é medida, não é exatamente uma força gravitacional, mas uma força roto-grávitoinercial, levando-se em conta todos os fenômenos físicos que produzem o fenômeno da maré no volume da Terra.

A primeira medição de caráter prático da determinação do nível do mar no Brasil foi feita em 1831, durante o Primeiro Império no porto do Rio de Janeiro, com o objetivo de estabelecer o nível médio mar, que posteriormente veio a ser utilizado para se definir o limite legal entre as partes emersa e imersa da Nação, ao longo de seu litoral (3). Medições organizadas e sistemáticas, entretanto, só começaram a ocorrer depois do Segundo Império, na República, através das autoridades dos portos que objetivavam dar segurança ao tráfego dos Navios. No Observatório Nacional (ON), eram feitas as previsões de Marés para vários portos, utilizando uma máquina de Kelvin de Prever marés (4), além do uso do método clássico, hoje em dia mais em moda, da Anti-transformada de Fourier, com o uso de computadores.

Uma visão geral desses portos espalhados por toda a costa brasileira é mostrada na Figura 1. Os comentários existentes são meus comentários; feitos durante uma visita que fiz ao Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH). A grande maioria desses comentários já não se aplica, mas eles ilustram o trabalho continuado de reparos realizados pelo Instituto, na difícil tarefa de manutenção da rede permanente nacional de medição do nível do mar, que desde os tempos da República foi estabelecida.

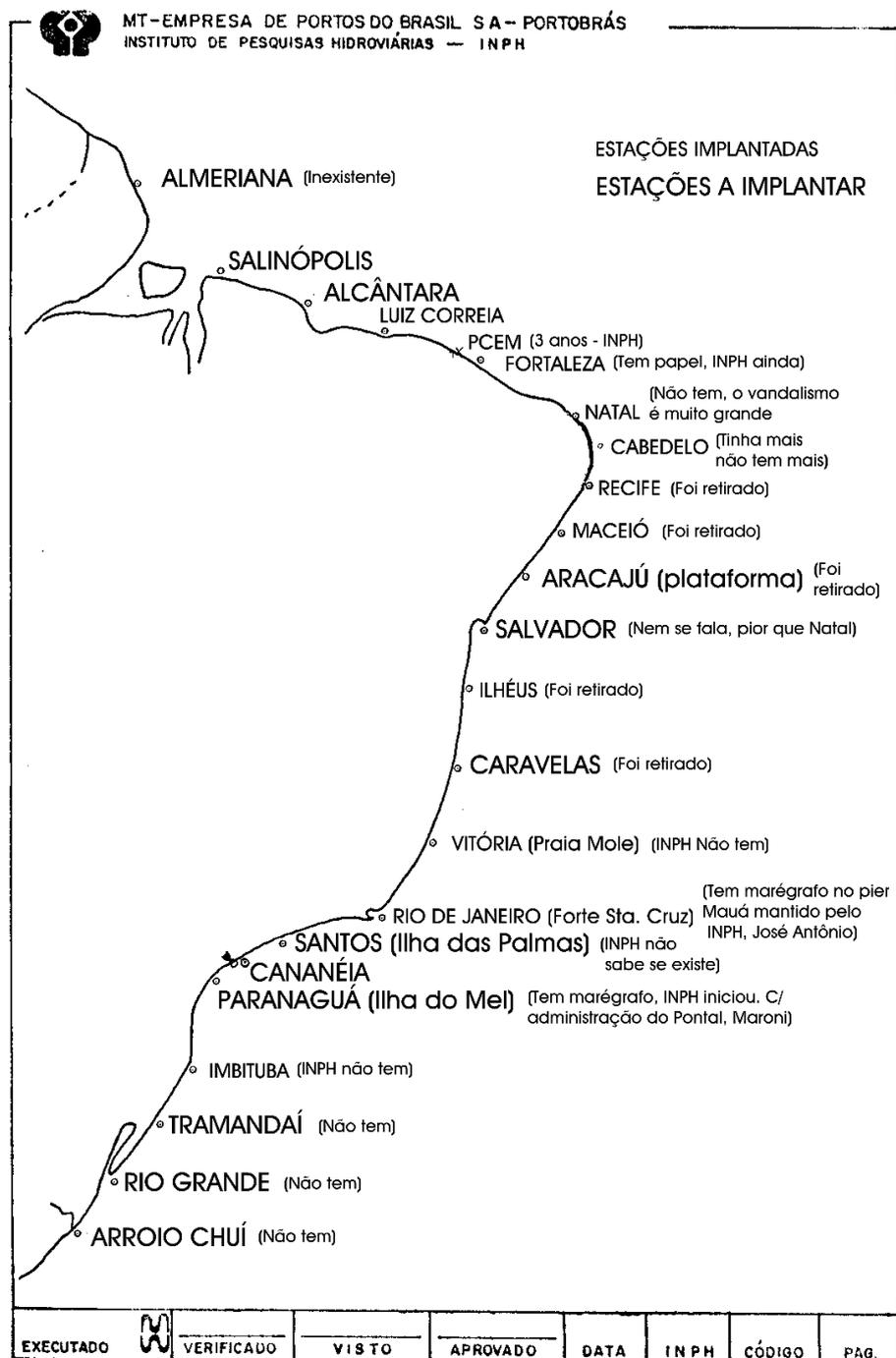


Figura 1 –Plano ilustrativo de recuperação das estações permanentes – INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias)-1999.

A Figura 2, por outro lado, mostra a localização do conjunto de estações permanentes de medição do nível do mar (5) feitas por diferentes instituições, além do INPH, entre as quais, a Diretoria e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, o Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP,) que realiza, além das medições permanentes nas Estações de Cananéia e de Ubatuba, no Litoral do Estado de São Paulo, medições abissais de caráter não

permanente em oceano profundo, ao longo da plataforma continental. Estas medições são mais limpas, livres dos efeitos das componentes não lineares geradas pelas correntes de marés junto à costa e melhor respondem à força geradora de marés. Em comparação com medições feitas na costa elas permitem o estudo da geração das componentes não lineares a partir das componentes periódicas de natureza “astronômica”, outro grande Enigma da Física moderna. A Figura 2 ilustra também a “Sessão Capricórnio” que será descrita mais adiante.

Sea Level Stations

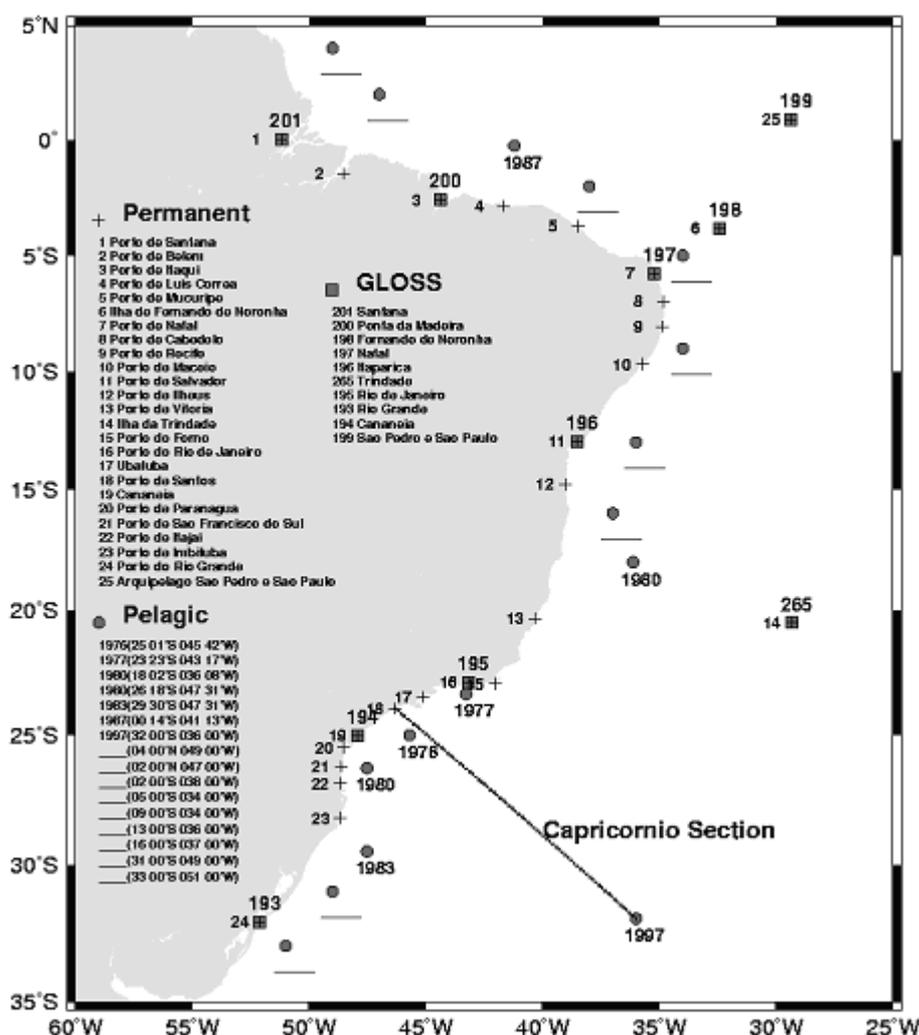


Figura 2- Posições: 1)-Estações Permanentes ao longo da Costa Brasileira (DHN,INPE,IBGE,INPH e IO-USP). 2)-Estações Permanentes do Programa GLOSS e 3)Estações Abissais Não Permanentes, em oceano profundo, ao longo da plataforma continental (IO-USP).

Na Figura 3 estão indicados os locais (cerca de 1300), das estações permanentes, do Serviço Permanente para o Nível do Mar (PSMSL) (6), órgão da Associação Internacional para as Ciências Físicas dos Oceanos (IAPSO) criado em 1933, destinado a coletar e distribuir a todos os interessados, dados de Nível do Mar. Naquela época já era percebida a elevação do Nível do Mar, decorrente da ação do homem na queima de combustíveis fósseis, o que justificou a criação da organização. Na costa brasileira poucas foram as estações escolhidas e listadas na Figura 3. Uma das razões para isso é a de que, em poucas estações, o nível do mar havia sido medido por período maior do que 20 anos, na ocasião em que a Figura 3 foi feita. Nota-se na Figura 3 que há uma desproporção entre o número de estações de medição no Hemisfério Norte e de estações do Hemisfério Sul.

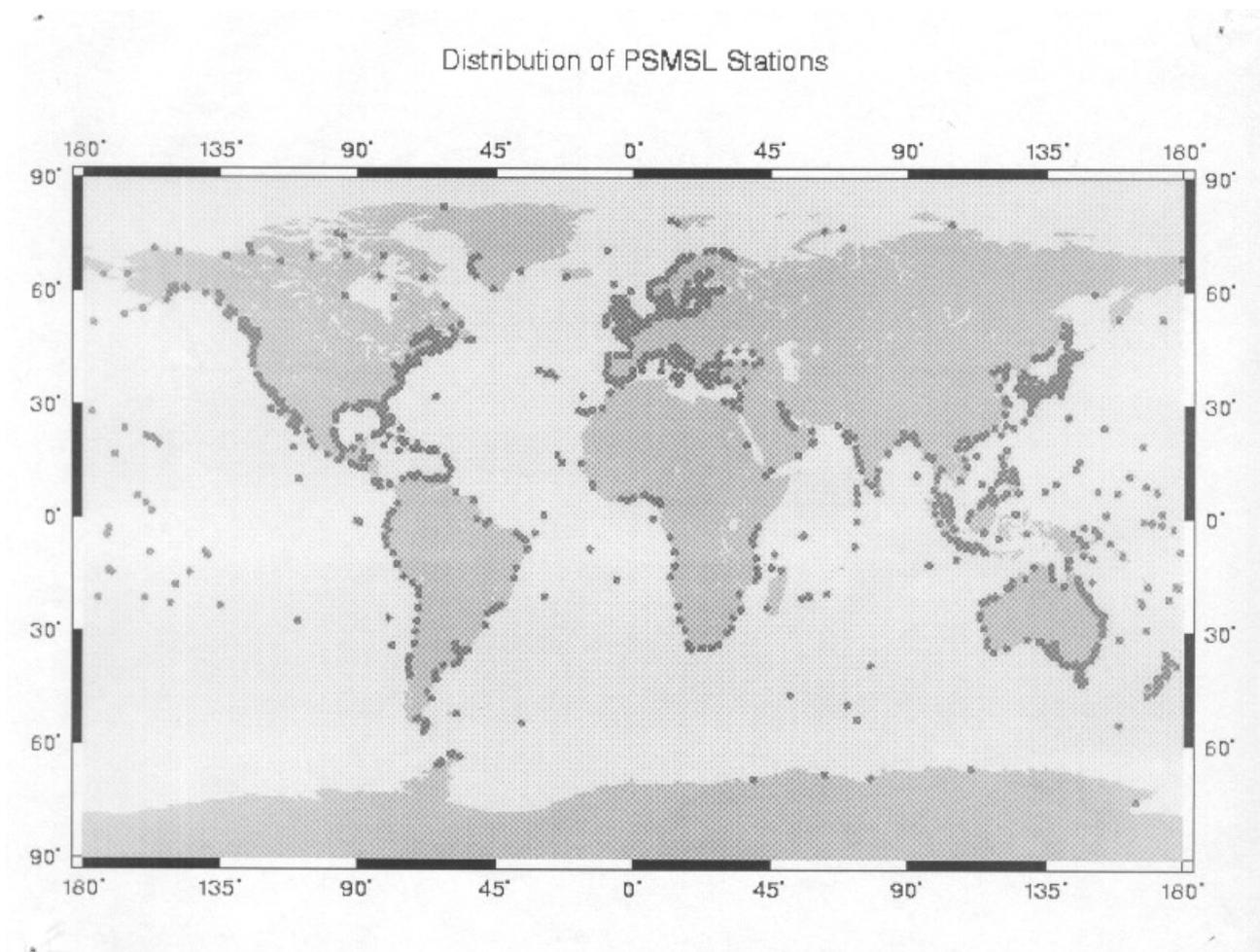
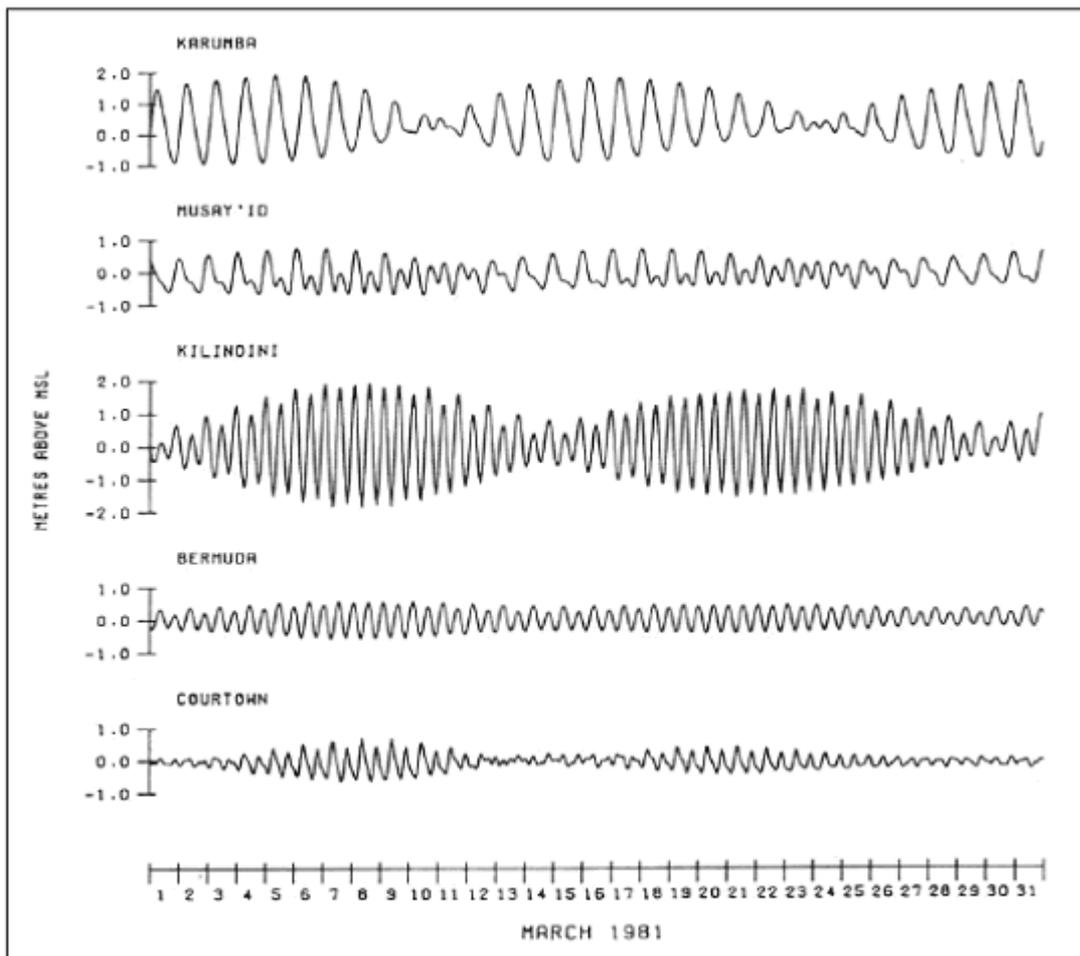


Figura 3-Estações Permanentes Globais de medição do nível do mar contribuintes do Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar (PSMSL). Serviço da Associação Internacional para as Ciências Físicas dos Oceanos (IAPSO).

Por essa razão foi criado o Programa GLOSS (Global Sea Level Observing System) da Comissão Oceanográfica Intergovernamental (COI)/UNESCO, que contém um conjunto de portos distanciados entre si entre 500 a 1000 Km, igualmente distribuídos em todos os continentes e hemisférios,(7); como forma de produzir estimativas globais do nível do mar mais acuradas. Na Figura 2, (5), são mostradas as posições de cerca de 9 Estações Permanentes nacionais desse Programa, de um conjunto internacional de cerca de 300 Estações nos dois Hemisférios. O gerenciamento das estações nacionais do GLOSS está à cargo da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil(DHN).

Estações Brasileiras e as Estações Globais do PSMSL

Os dados de nível do mar fornecidos pelo PSMSL tem os mais variados aspectos e formas, conforme pode ser visto (8) na Figura 4.



Tidal characteristics at five stations, showing different regimes: diurnal, mixed, semi-diurnal with strong spring-neap modulation in the Indian Ocean, semi-diurnal with smaller amplitudes at a N. Atlantic site, and shallow water distortions.

Figura 4-Séries de dados horários de nível do mar do mês de Março de 1981, obtidas nos portos de Karumba (17 29' S; 140 05'), Musay'IO(24 98'N;51 55'E), Kilindini (04 05'S;39 41'E), Bermuda((32 20'N;64 45'W) e Courtown (52 28'N;06 14'W). (8).Séries fornecidas pelo Serviço Permanente para o Nível do Mar (PSMSL) da IAPSO (International Association for the Physical Sciences of the Oceans).

Nela são mostrados dados horários de 5 estações permanentes de medição de vários locais (Karumba, Musay'IO, Kilindini, Bermuda e Courtown), que exibem as mais diferenciadas repostas às mesmas forças geradoras de marés, durante o mesmo intervalo de tempo de 1 mês (Março de 1981), nos oceanos deste planeta. Note-se que esses aspectos e formas que diferenciam os locais devem ser filtrados, calculando-se médias anuais para se obter as tendências de cada série. De forma análoga foram calculados os valores médios anuais das séries brasileiras e as tendências são mostrados na Figura 5, (5).

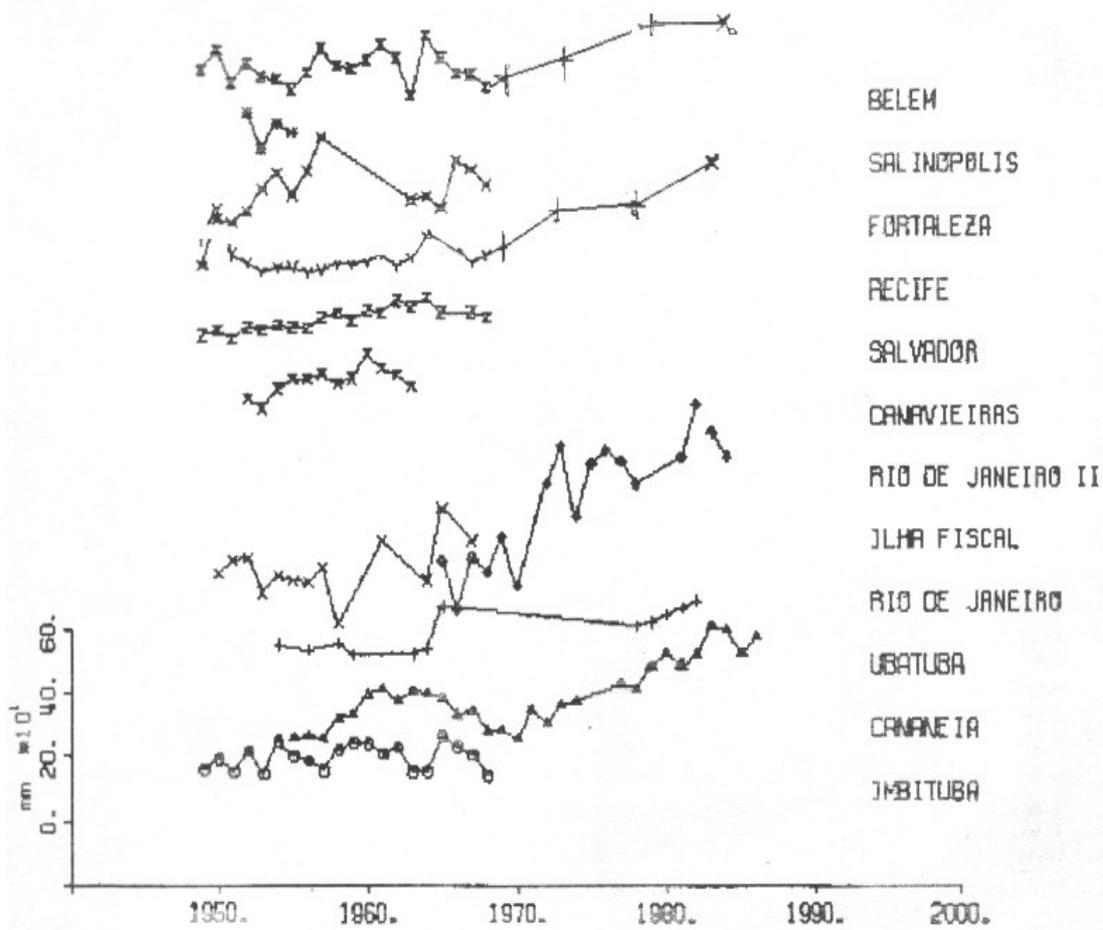


Figura 5-Séries de dados médios anuais obtidos em vários portos no litoral brasileiro. As tendências (inclinações) das séries mais longas indicam um aumento do nível do mar da ordem de 40cm/século.

Como se pode ver na Figura 5, os dados de nível do mar de vários portos das costas brasileiras indicam que o nível do mar nelas, aumenta na razão de 40 cm/século (4 mm/ano). Isto é, a partir das séries de valores médios anuais são calculados os valores da “tendência” (inclinação da reta que pode ser positiva ou negativa, indicativa do aumento ou diminuição do nível do mar) de cada série.

Na Figura 6 são exibidos os valores das tendências de todas as séries fornecidas pelo PSMSL, provenientes de todos os continentes e ilhas do Globo, em confronto com as tendências exibidas pelos portos da Costa Brasileira. Os valores das tendências de cada série são “plotados” contra o comprimento das séries que lhes deram origem, (5). Nota-se que à medida que as séries se tornam maiores em número de anos/dados, há uma tendência dos valores das inclinações a se concentrar em torno de um valor médio de valor positivo de aproximadamente, 1,8 mm/ano ou 18 cm/século.

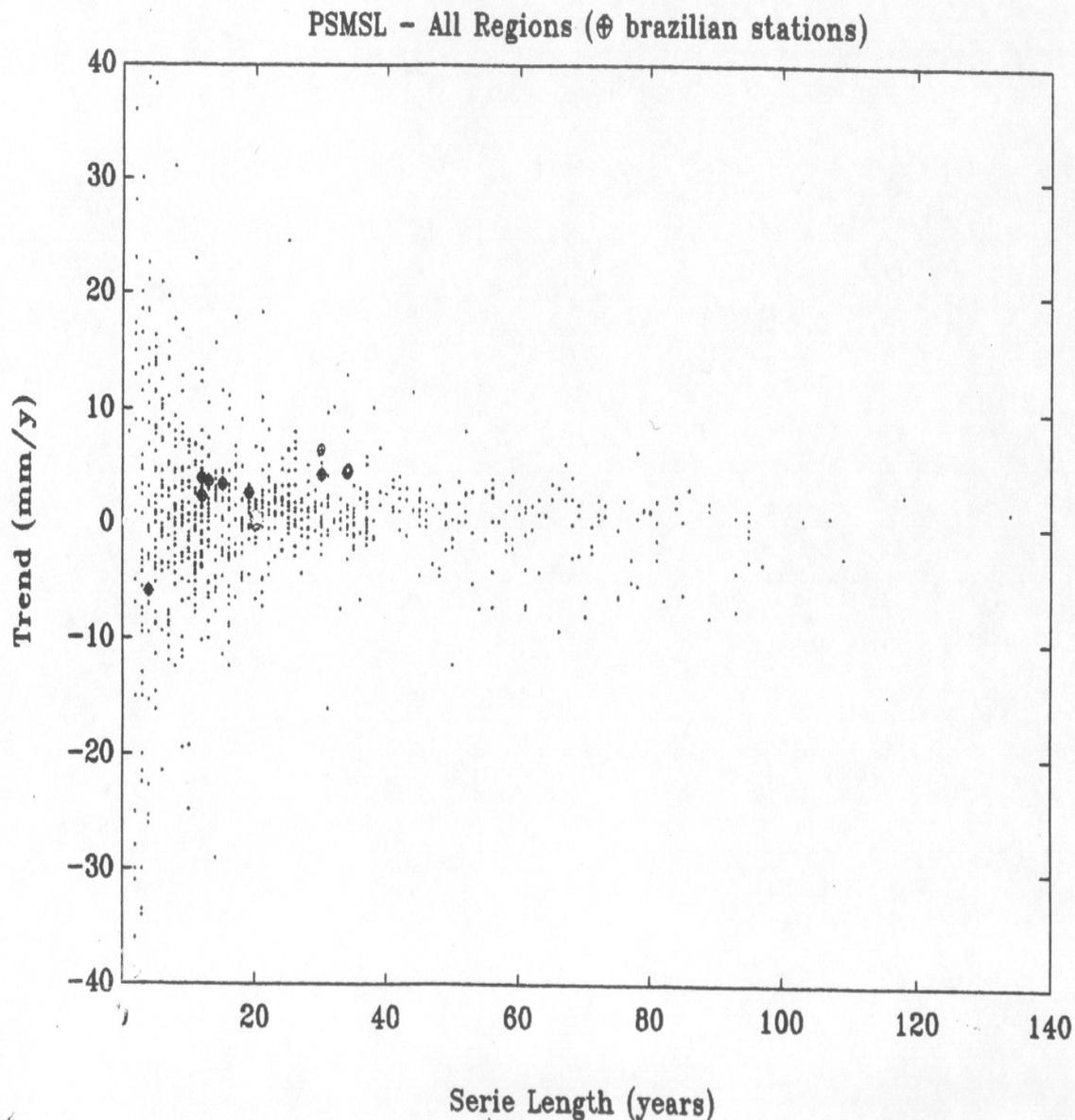


Figura 6-Valores das tendências (inclinações) das séries Globais distribuídas pelo PSMSL , “plotadas” contra o comprimento de cada série em número de anos de medição. As tendências das séries do litoral brasileiro são indicadas por círculos pretos; todas estão colocados no lado positivo da Figura 6. Note-se que existem séries PSMSL com valores de tendências positivas e negativas e que as tendências de valores negativos com maior número de anos, são maiores em valor absoluto do que as séreis com valores positivos de tendências.

Outro fato notável e proeminente é o de que existe um número bastante grande de portos onde o Nível do mar tem tendência negativa e que os valores negativos são, em módulo, maiores do que os valores positivos. Nota-se também que o número de séries com valores negativos é visivelmente menor do que o de séries com valores positivos, em decorrência provável do menor número de estações permanentes de medição no Hemisfério Sul. Fato que a distribuição das Estações do programa GLOSS procura evitar. As séries Brasileiras, por outro lado, tem comparativamente menor número de anos de medição e a maioria delas tem tendência (2 a 4mm/ano), acima do que poderia ser o valor médio da ordem de 1,8 mm/ano (18cm/século), indicado pelas séries de maior comprimento, não levando-se muito em conta, nessa avaliação visual da Figura 6, as séries longas

com tendências de maior valor negativo.

As Variáveis do Nível do Mar

As medições de nível do mar contém informações, isto é, variam em correspondência a um conjunto grande de variáveis (5) à saber: 1 – Variação Eustática, devido ao aumento, ou diminuição do volume de água doce. 2- Variação Halostérica, devido a variação da salinidade decorrente da variação do volume da água doce do mar. 3 – Variação Estérica, variação de temperatura devido ao aquecimento, ou esfriamento da água do mar. 4 - Variação Crustal, devido variação do nível da crosta em relação ao Centro da Terra. 5 – Variação atmosférica, devido a variação de pressão atmosférica, aos ventos, e outras. 6 – Variação Oceanográfica, devido as Ondas e Correntes Oceânicas e 7- Variação Astronômica, devido ao Sol e Lua (Marés) e o posicionamento de longo termo das órbitas dos planetas (causador das Glaciações) em relação à Terra, entre outras variáveis mais.



Figura 7-Medidor de nível do mar KALESTO, de fabricação Alemã OTT, em operação na Base de Pesquisas de Cananéia (SP). Mede o nível do mar através de sinais de radar. Precisão da ordem de 2mm.

Nas Figuras 7, 8, 9, 10, 11 e 12 são mostrados os equipamentos de medição do nível do mar (Figs. 7 e 8), medição dos movimentos da crosta (Fig. 9), medição das variáveis meteorológicas (Fig 10), medição de gravimetria absoluta (Fig. 11) e relativa (Fig. 12), utilizados nas Estações de Pesquisas do IO-USP de Cananéia e de Ubatuba.

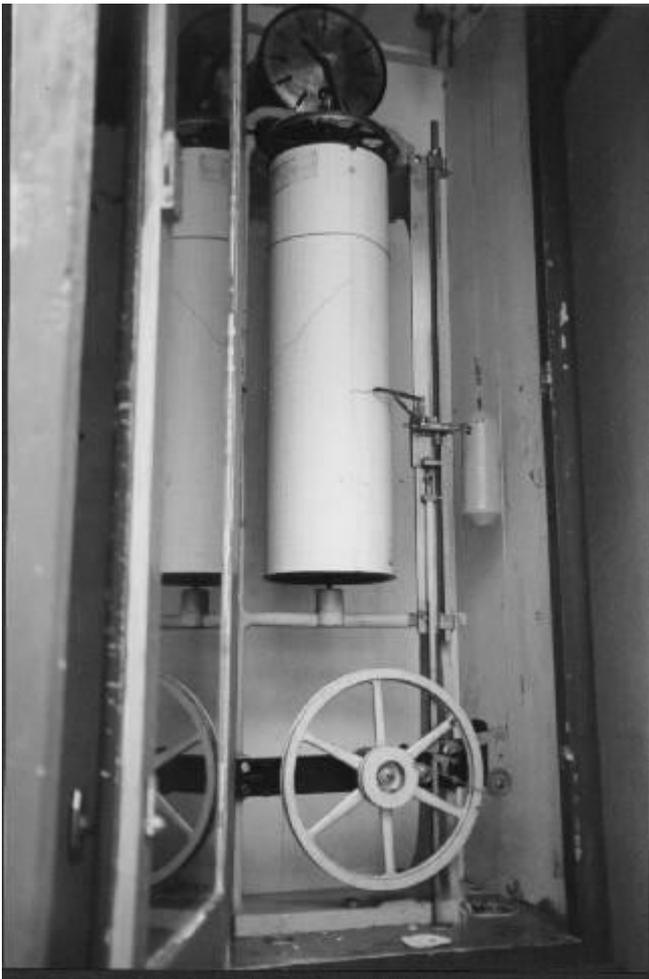


Figura 8-Medidor do nível do mar em operação na Base de Cananeia, de fabricação Alemã AOTT de bóia flutuadora que, presa a sistema de fios e contrapeso registra o nível do mar em folha de papel, que solidária ao tambor, se move uma vez por dia, por tração de relógio à corda, mostrado acima do tambor na figura. Precisão de 2 a 5 cm.



Figura 9-Torre mostrando no seu tope a Antena de receptor Trimble dos sinais GPS enviados pelos vários satélites que compõem a rede e permitem a medição de deslocamentos verticais e horizontais da crosta, na Base de Pesquisas João de Paiva Carvalho na cidade de Cananeia, litoral sul do Estado de São Paulo. Distribuição de dados em tempo quase real: <ftp://mar8.io.usp.br> e rede SIRGAS /IBGE. Acurácia 1mm/ano.



Figura 10-Estação meteorológica automática Campbell como as instaladas nos piers da Base de Cananéia e de Ubatuba. Mede as variáveis vento, pressão, temperatura, umidade do ar etc. A distribuição de dados em tempo quase real é feita pela Internet através do Laboratório de Dados /DOF/IOUSP.



Piso do Pavilhão de Gravimetria.
Base de Cananéia do Instituto Oceanográfico da USP.

Figura 11- Medições de gravimetria Absoluta – realizadas com gravímetro de queda livre de medição da aceleração de gravidade terrestre mostrada na fotografia no Pavilhão especialmente construído, na Base de Cananéia, por equipamento LaCoste Micro g LaCoste. Precisão de miligals (1 mligal= 10 a menos 5 metros por segundo ao quadrado).



Base do pilar da estação GPS permanente.
Base de Cananéia do Instituto Oceanográfico da USP.

Figura 12-Medições Relativas de gravidade terrestre realizadas na base da torre da antena GPS na Base de Cananéia com gravímetro LaCoste Romberg-Precisão de miligals.

Trata-se de conjunto de equipamentos definidos pelo Programa GLOSS Internacional que estão sendo instalados de forma análoga nas demais 8 estações GLOSS nacionais (9), com transmissão de dados em tempo real para todos interessados, através da internet. No IO-USP os dados podem ser obtidos no endereço <ftp://mar8.io.usp.br>.

Sessão Capricórnio

Das variáveis que compõem o nível do mar , não listadas [no parágrafo](#) anterior, se encontram a variação Estérica e a [variação](#) Halostérica. Sem a contribuição dessas duas componentes as variações do nível do mar não tem soma nula, isto é, os valores de nível do mar medidos por medidores do tipo Bóia Fig. 8, ou a sinais de radar Fig. 7, devem ser iguais à soma das contribuições das variáveis que o compõem. Isto é, a soma das variações eustática, meteorológica, crustal, oceânica e astronômica, juntamente com a variação estérica e halostérica deve ser igual a variação dada pelo medidor de nível do mar.

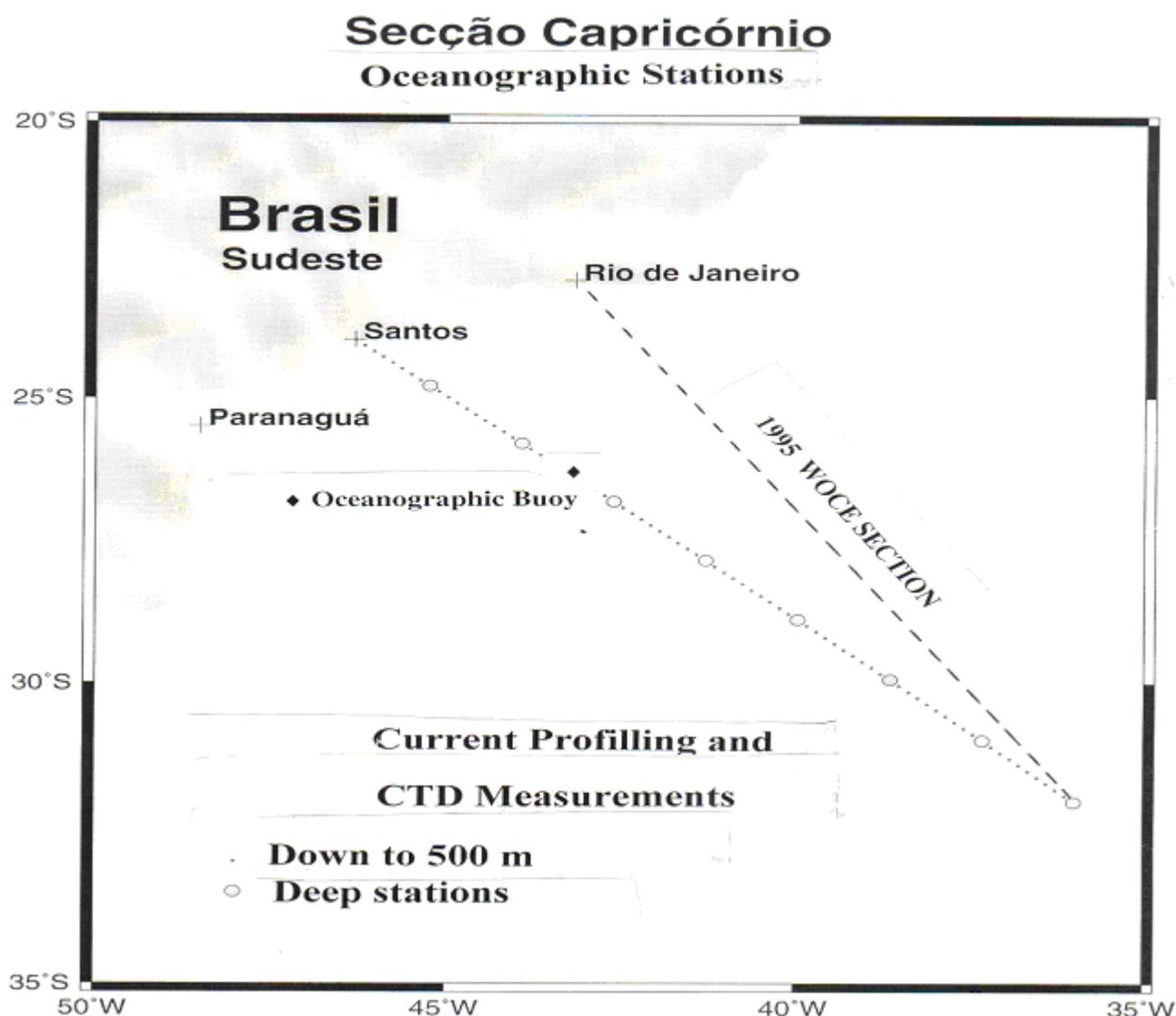


Figura 13-Sessão Capricórnio- Onde deverão ser realizadas medições ao longo da profundidade até o fundo oceânico de temperatura, salinidade(CTD) e de correntes. Note-se também a posição da Estação Oceanográfica/Meteorológica/GPS para medições meteorológicas de superfície oceânica, oceanográficas e GPS. Transmissão de dados em tempo real via satélite. Nota-se a Sessão WOCE (World Ocean Circulation Experiment) realizada por Navio Oceanográfico Britânico: Sir James Clark Ross em 1995.

Medindo-se a contribuição de calor devido as mudanças globais da atualidade e a contribuição do conteúdo de sal, exibidos por essas duas últimas variáveis, pode-se estimar a variação eustática, devido ao aumento de água doce na área e avaliar-se localmente a razão com que se dá a inclusão de água doce na região, decorrente do degelo polar e das montanhas da atualidade. Resultado esperado que pode fechar a soma procurada, garantindo a qualidade do conjunto de medições realizadas..., ou não! Caso em que as medições estarão em erro ou, se não houver erro, que há contribuição de variáveis locais não consideradas. Deve-se pagar para ver...Um projeto de pesquisas foi submetido ao Programa Mudanças Climáticas Globais da FAPESP com esse objetivo. Processo 08/58121-0.

Entretanto, essas duas contribuições (halostérica e estérica), só poderão ser estimadas a partir de medições dos valores térmicos e salinos ao longo da profundidade dos oceanos, como as indicadas na Figura 13, que exhibe o posicionamento e as estações oceanográficas a serem ocupadas anualmente por Navio de Pesquisas na Sessão Capricórnio, durante um período mínimo de 10 anos.

Estima-se que as medições venham ter caráter permanente, diante das variações climáticas da atualidade. Alia-se às medições na Sessão Capricórnio, uma estação fixa de bóia oceano/meteorológica/GPS, que deverá produzir dados meteorológicos de superfície do mar, do geóide marinho e ter também caráter permanente, contribuindo aos esforços nacionais na área. Os esforços relacionados a Energia: Petrobras: Petróleo do Pré Sal e os relacionados a Meteorologia: Furacão Catarina, na região costeira Sul-Sudeste.

O Enigma das Variações Globais

Nos dias atuais as medições do nível do mar são também feitas por satélites artificiais (Topex/Poseidon e JASON), referidas ao Centro da Terra e, juntamente com as projeções como as da Panela Internacional para as Mudanças Climática (IPCC), produzidas por modelos numéricos computacionais globais, se constituem no **segundo Enigma** relacionado ao nível do mar....O **primeiro Enigma** é o da transformação das componentes “astronômicas” lineares em componentes “marinhas” não lineares, acima referido....

Segundo informações geológicas, o nível do mar tem permanecido relativamente constante nos últimos 2000 anos e deve-se estar agora vivenciando um outro período glacial, cujo efeito no nível do mar se contrapõe ao do aquecimento global dos dias presentes. Não por essa razão, mas por razões controversas (11), (10), derivadas de dados oriundos da astronomia, sobre as ocorrências das eclipses, oriundos das medições de temperatura global oceânica até agora feitas, razões oriundas das medições do comprimento do dia e de medições geodésicas da forma da Terra, além de outras, tornam o assunto no **segundo Enigma** destes escritos .

A esse **Enigma** se associam os resultados obtidos para a variação global do nível do mar, a partir dos dados fornecidos pelo PSMSL mostrados na Figura (6). Como já mencionado, nela se vê que existem dados **positivos e negativos das tendências** que, no conjunto, levando-se em consideração todas as séries PSMSL existentes, produzem uma tendência média negativa para o nível global (12). Resultado esse que se contrapõe às estimativas globais do IPCC e também às medições realizadas no litoral brasileiro, cuja tendência média estimada, conforme examinado, Fig.6, é também positiva.

Finalizando

A despeito das dificuldades de discernimento sobre a razão de variação do nível global dos Oceanos, não há dúvida que o nível do mar está aumentando no litoral brasileiro. Eventos esporádicos como a da recente ocorrência do Tsunami da Sumatra, no Oceano Índico em 2004, teve seus efeitos registrados em todas as linhas costeiras de ilhas e continentes. A sua manifestação também ocorreu em todo litoral brasileiro, (13) e na região costeira sudeste, os níveis registrados são mostrados na Figura 14. Tsunamis são eventos associados a abalos sísmicos e seus efeitos são devastadores nas comunidades ribeirinhas próximas ao evento como na Ilha de Sumatra. Ocorrem de forma repentina no nível do mar, como se pode inferir da Figura 14;

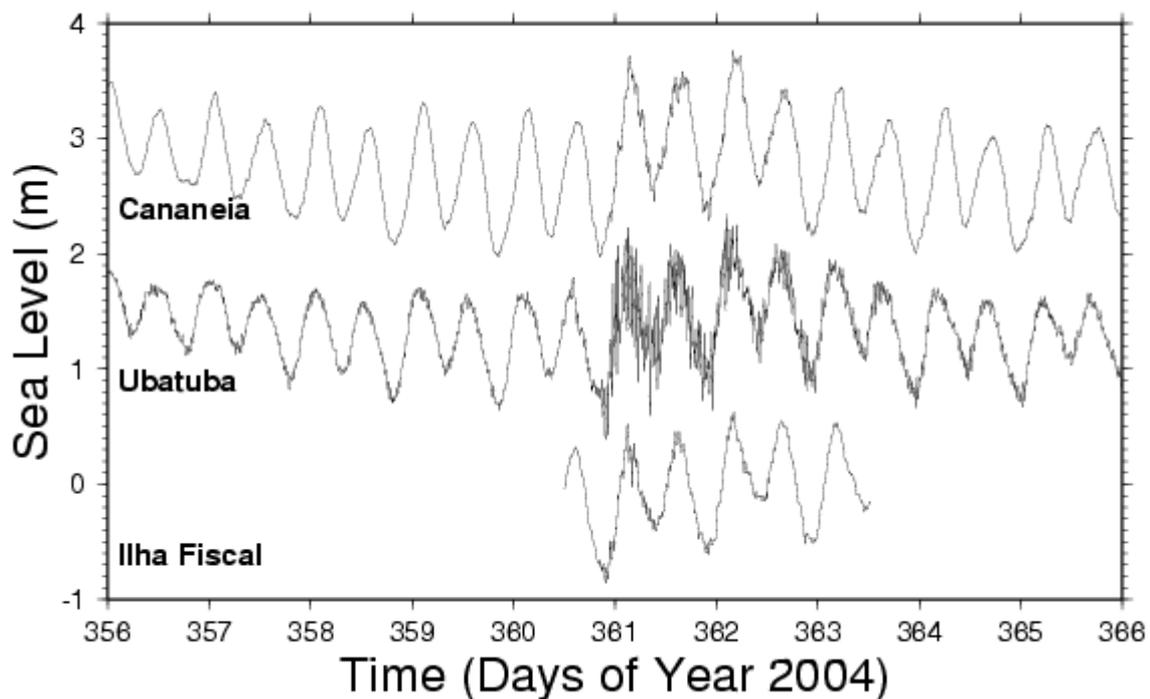


Figura 14-Sinais do Tsunami da Sumatra em 2004 registrados na Região Costeira Sudeste do Brasil, (Cananeia, Ubatuba e Rio de Janeiro). (13).

caminham quase imperceptíveis, com velocidades colossais nos oceanos (900Km/hora) e podem atingir amplitudes de 30 metros com períodos de 20 a 40 minutos nas áreas costeiras. Na região sudeste, por estar muito distante da Ilha de Sumatra na Indonésia, sua amplitude em 2004 foi menor, 1,3 metros.

Tais eventos esporádicos no nível do mar são também produzidos por furacões, como o Furacão Catarina na [região costeira sudeste](#) recentemente. A sua ocorrência está associada à quantidade de calor localizada na camada de mistura oceânica de superfície. Furacões são eventos esporádicos e, como os eventos resultantes da Maré Meteorológica, também produzem níveis extremos do nível do mar. Análises recentes de eventos extremos de Cananeia (14), (5), cidade próxima ao Estado de Santa Catarina, estimam a ocorrência, nos próximos 200 anos, que pode ser hoje, amanhã, ou em 200 anos, de níveis extremos do mar da ordem de 2,60 metros acima do nível médio.

Os valores extremos dessas estimativas estatísticas foram obtidas a partir de 50 anos de dados pretéritos de nível do mar de Cananeia e portanto eles podem ser decorrentes de outros furacões

“Catarinas” que possam ter ocorrido no passado na Região Sudeste do País. A ocorrência simultânea de Tsunamis e Maré Meteorológica, será devastadora (separados já o são), em toda a região costeira Sudeste. Levando-se em conta que durante período de 200 anos o nível do mar estará aumentando na razão de 40 cm/ século...em todo o litoral brasileiro, vê-se que as coisas relacionadas às Mudanças Globais da atualidade estão se tornando mais do que preocupantes na Costa Brasileira..., quando e se ocorrerem nestes anos a vir..., com certeza serão vistas , por quem então viver, mais do que marolinhas....

Agradecimentos

A FAPESP pelo auxílio concedido. Processo No 03/04528-8: “ Medição da Razão de Variação do Nível Absoluto do Mar no Litoral do Estado de São Paulo:Cananéia e Ubatuba”.

Referências

1- Afranio Rubens de Mesquita. (1997). Marés, Circulação e Nível do Mar na Costa Sudeste do Brasil. [Laboratório MAPTOLAB \(Laboratório de Marés e Processos Temporais Oceânicos\): www.mares.io.usp.br](http://www.mares.io.usp.br) -Ícone Marés.

2- Cavendish, H. (1798).Gravitation Constant and the Mean Density of the Earth. Transactions of the Royal Society. Page 469.

3-Mesquita, A. R. de , Blitzkow, D.,C.A.S. Franca,J.L.A.Trabanco, M.A. Corrêa & M.Q. Monteiro (2003).The Brazilian “Terrenos de Marinha”and the relative Sea Level of year 1831 at “Praia do Pulso”. Afro America GLOSS News Edição 7(1).[MAPTOLAB: www.mares.io.usp.br](http://www.mares.io.usp.br) -Ícone AAGN.

4–Afranio Rubens de Mesquita (2000). Sandy Beachs .IO-USP- Laboratório MAPTOLAB www.mares.io.usp.br - Ícone Praias Arenosas.16p.

5-Afranio Rubens de Mesquita, Joseph Harari & Carlos Augusto de Sampaio Franca (2007). Nível do Mar no Litoral do Brasil. Afro America GLOSS News Edição 11(1). www.mares.io.usp.br - Ícone AAGN

6-Permanent Service for the Mean Sea Level (PSMSL). Orgão da Internatioanl Association for the Physical Sciences of the Oceans (IAPSO)-IUGG . www.pol.ac.uk/psmsl

7-Global Sea Level Observing System - www.gloss-sealevel.org/

8-Manual on Sea Level Measurement and Interpretation (2006). Volume IV: An Update to 2006 . Manuals and Guides 14. www.pol.ac.uk/psmsl/manuals Volume IV: An Update to 2006.pg 5.

9-Plano de Implementação do Programa GLOSS - Brasil http://goosbrasil.org/gloss/PIG110106_pt.pdf

10- Munk, W.(2002). Twentieth Century Sea Level : An Enigma. Proceedings of the National Academy of Sciences. N 99:6550-6255.

11-Casenave, A & Nerem, S. A (2004). Present day Sea Level Changes: Observations and Causes. Reviews of Geophysics. Vol 42, RG 3001:1-20.

12-Mesquita, A. R. De (2004). On Sea Level Along the Brazilian Coast .Afro America GLOSS

News. [Edição](#) 8(1): 20-35. www.mares.io.usp.br - Ícone AAGN.

13-[França](#), C.A.S. & Mesquita, A. R. de (2004). Sinal do Tsunami da Sumatra 2004. Afro America GLOSS News Edicao 8(1): 15-20. www.mares.io.usp.br - Ícone AAGN.

14-Franco, A.dos S., Mesquita, A. R.de, Harari,J. & [França](#), C.A.S.(2007). Preliminary Results of Extreme Sea Level Events from Cananeia, Brazil. Afro America GLOSS News Edição 11(1): 23-30. www.mares.io.usp.br - Ícone AAGN.

Legenda das Figuras

Figura 1 – Estações Maregráficas ao longo da Costa Brasileira. Plano ilustrativo de recuperação das estações permanentes – INPH (Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias)-1999.

Figura 2- Posições: 1)-Estações Permanentes ao longo da Costa Brasileira (DHN,INPE,IBGE,INPH e IO-USP). 2)-Estações Permanentes do Programa GLOSS e 3)Estações Abissais Não Permanentes, em oceano profundo, ao longo da plataforma continental [\(IO-USP\)](#).

Figura 3-Estações Permanentes Globais de medição do nível do mar contribuintes do Serviço Permanente para o Nível Médio do Mar (PSMSL). Serviço da Associação Internacional para as Ciências Físicas dos Oceanos (IAPSO).

Figura 4-Séries de dados horários de nível do mar do mês de Março de 1981, obtidas nos portos de Karumba (17 29' S; 140 05'), Musay'IO(24 98'N;51 55'E),Kilindini (04 05'S;39 41'E),Bermuda((32 20'N;64 45'W) e Courtown (52 28'N;06 14'W). (8).

Figura 5-Séries de dados médios anuais obtidos em vários portos no litoral brasileiro. As tendências (inclinações) das séries mais longas indicam um aumento do nível do mar da ordem de 40cm/século.

Figura 6-Valores das tendências (inclinações) das séries Globais distribuídas pelo PSMSL , “plotadas” contra o comprimento de cada série em número de anos de medição. As tendências das séries do litoral brasileiro são indicadas por círculos; todas estão colocados no lado positivo da figura. Note-se que existem séries PSMSL com valores de tendências positivas e negativas [e que as tendências de valores negativos, com maior número de anos, são maiores em valor absoluto.](#)

Figura 7-Medidor de nível do mar KALESTO, de fabricação Alemã OTT, em operação na Base de Pesquisas de Cananéia (SP). Mede o nível do mar através de sinais de radar. Precisão da ordem de 2mm.

Figura 8-Medidor do nível do mar em operação na Base de Cananeia, de fabricação Alemã AOTT de bóia flutuadora que, presa a sistema de fios e contrapeso registra o nível do mar em folha de papel,que solidária ao tambor, se move uma vez por dia, por tração de relógio à corda, mostrado acima do tambor na figura. Precisão de 2 a 5 cm.

Figura 9-Torre mostrando no seu tope a Antena de receptor Trimble dos sinais GPS enviados pelos

vários satélites que compõem a rede e permitem a medição de deslocamentos verticais e horizontais da crosta na Base de Pesquisas João de Paiva Carvalho na cidade de Cananeia, litoral sul do Estado de São Paulo. Distribuição de dados em tempo quase real: <ftp://mar8.io.usp.br> e rede SIRGAS /IBGE. Acurácia 1mm/ano.

Figura 10-Estação meteorológica automática Campbell como a instalada no pier da Base de Cananéia. Mede as variáveis vento, pressão, temperatura, humidade do ar etc. A distribuição de dados em tempo quase real é feita pela Internet através do Laboratório de Dados /DOF/IOUSP.

Figura 11- Medições de gravimetria Absoluta – realizadas com gravímetro de queda livre de medição da aceleração de gravidade terrestre mostrada na fotografia no Pavilhão especialmente construído, na Base de Cananéia, por equipamento LaCoste Micro g LaCoste. Precisão de miligals (1 mligal= 10 a menos 5 metros por segundo ao quadrado).

Figura 12-Medições Relativas de gravidade terrestre realizadas na base da torre da antena GPS na Base de Cananéia com gravímetro LaCoste Romberg-Precisão de miligals.

Figura 13-Sessão Capricórnio- Onde poderão ser realizadas medições ao longo da profundidade até o fundo oceânico de temperatura, salinidade e de correntes. Nota-se a Sessão WOCE (World Ocean Circulation Experiment) realizada por Navio Oceanográfico Britânico: Sir James Clark Ross em 1995. Note-se também a posição da Estação Oceanográfica/Meteorológica para medições meteorológicas de superfície oceânica. Transmissão de dados em tempo real via satélite.

Figura 14-Sinais do Tsunami da Sumatra em 2004 registrados na Região Costeira Sudeste do Brasil, (Cananéia, Ubatuba e Rio de Janeiro). (13).